

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**AVALIAÇÃO DA PALMA FORRAGEIRA EM DIFERENTES DENSIDADES
DE PLANTIO**

LUCAS AROALDO DANTAS CAVALCANTE

SÃO CRISTÓVÃO – SE

FEVEREIRO-2013

LUCAS AROALDO DANTAS CAVALCANTE

**AVALIAÇÃO DA PALMA FORRAGEIRA EM DIFERENTES DENSIDADES
DE PLANTIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Sergipe, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Zootecnia (área de concentração: produção animal no semiárido)

Orientador: Prof.º Gladston Rafael de Arruda Santos D.Sc.

Co-orientador: Prof.º Laerte Marques Silva D.Sc.

SÃO CRISTÓVÃO – SE

FEVEREIRO -2013

LUCAS AROALDO DANTAS CAVALCANTE

**AVALIAÇÃO DA PALMA FORRAGEIRA EM DIFERENTES DENSIDADES
DE PLANTIO**

Dissertação defendida e aprovada em 28/02/2013 pela Banca Examinadora:

Orientador:

Prof.º Gladston Rafael de Arruda Santos D.Sc.
Departamento de Zootecnia - UFS

Examinadores (as):

Prof.º Jailson Lara Fagundes D.Sc.
Departamento de Zootecnia - UFS

Prof.º Laerte Marques da Silva D.Sc.
Departamento de Engenharia Agronômica - UFS

Prof.^a Mônica Alixandrina da Silva D.Sc.
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe – IFS

SÃO CRISTÓVÃO – SE

FEVEREIRO – 2013

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

Cavalcante, Lucas Aroaldo Dantas
C376a Avaliação da palma forrageira em diferentes densidades
de plantio / Lucas Aroaldo Dantas Cavalcante; orientador:
Gladston Rafael de Arruda Santos. – São Cristóvão, 2013.
49 f. : il.

Dissertação (mestrado em Zootecnia) – Universidade
Federal de Sergipe, 2013.

1. Opuntia sp. 2. Nopalea sp. 3. Bromatologia. 4.
Cactáceas 5. Cladódios. I. Santos, Gladston Rafael de
Arruda, orient. II. Título

CDU 636.085:582.661.56

OFEREÇO

À todos que já trabalharam, trabalham ou irão trabalhar com palma forrageira assim como demais trabalhos que vislumbram a produção animal e vegetal no semiárido.

DEDICO

À Ângela Maria Dantas e Antônio José Guedes Cavalcante, meus queridos pais.

À Aline, minha namorada, pelo carinho, compreensão e estímulo.

Aos meus irmãos, familiares e amigos.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Lucas Aroaldo Dantas Cavalcante, natural de Aracaju-SE, filho de Antônio José Guedes Cavalcante e Ângela Maria Dantas. Em 2006 ingressou no curso de Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Sergipe.

Foi bolsista de apoio técnico pela Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe – Fapitec-SE.

Em Dezembro de 2010 concluiu o curso de Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Sergipe.

Em Março de 2011 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Sergipe, concluindo em Fevereiro de 2013.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que sempre esteve ao meu lado, me deu forças para superar os desafios e conseguir mais esta vitória. Obrigado meu Senhor!

A Universidade Federal de Sergipe e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Sergipe pela oportunidade de me tornar um profissional de credibilidade.

Agradeço em especial a minha mãe, Ângela Maria, por seu amor incondicional e incentivo maior a trilhar o caminho dos estudos, sempre guerreira, corajosa, amável, doce e dedicada que abdica de tudo para eu alcançar meus objetivos e sempre me apoiou quando precisei.

A meus irmãos Luiz Eduardo, João Marcos, Ângela Maraiza e Itanamara pelo apoio e as alegrias que vivemos e saber que sempre posso contar com vocês. A toda minha família em geral que me apoiou de uma forma ou outra. Obrigado a todos!

A CAPES, pela bolsa recebida, fundamental na concretização deste trabalho.

Agradeço as pessoas que sempre estão ao meu lado, e aos amigos e amigas do Mestrado que convivi neste período de muito aprendizado.

Ao Professor Gladston Rafael de Arruda Santos, pela brilhante orientação e ensinamentos recebidos.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Sergipe, que participaram em minha formação.

Ao Professor Laerte Marques Silva pela co-orientação, empenho e confiança em nosso trabalho.

Ao Professor Jailson Lara Fagundes, pela importante ajuda na realização das análises estatísticas.

Aos componentes da Banca Examinadora, pelas importantes correções para melhoria da dissertação.

Agradeço a todos que de alguma forma me ajudaram na estrada até agora!

SUMÁRIO	Páginas
LISTA DE TABELAS _____	xi
LISTA DE FIGURAS _____	xii
RESUMO GERAL _____	xiii
ABSTRACT _____	xiii
INTRODUÇÃO GERAL _____	xiv
REVISÃO DE LITERATURA _____	16
1. Botânica e fisiologia da palma forrageira _____	16
2. A palma forrageira e a região Nordeste _____	17
3. Plantio adensado, adubação e produtividade da palma forrageira _____	18
4. Composição química da palma forrageira _____	21
5. Utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes _____	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	24
<u>CAPÍTULO 1 - Avaliação da palma forrageira em diferentes densidades de plantio</u> _____	<u>30</u>
Resumo _____	31
Abstract _____	31
Introdução _____	32
Material e Métodos _____	33
Resultados e Discussão _____	36
Conclusões _____	48
Referências Bibliográficas _____	48

LISTA DE TABELAS

Páginas

1. Resultados da análise química do solo utilizado no experimento. Frei Paulo (SE), 2009
..... 34
2. Média de cladódios por planta (NCP), comprimento, largura, espessura de cladódio e altura de plantas da palma forrageira cultivada em diferentes densidades (DE) de plantio
..... 37
3. Valores médios do peso verde de cladódio (g), produtividade da matéria verde (t/ha/2anos), peso seco de cladódio (g) e produtividade da matéria seca (t/ha/2anos) da palma forrageira em diferentes densidades de plantio (DE) 40
4. Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente ácido (FDA), FDA corrigida para cinza e proteína (FDAcp), lignina, proteína indigestível em detergente ácido (PIDA_{%PB}), proteína indigestível em detergente ácido da MS (PIDA_{%MS}), fibra em detergente neutro (FDN), FDN corrigida para cinza e proteína (FDNcp), hemicelulose, celulose, proteína indigestível em detergente neutro (PIDN_{%PB}) e proteína indigestível em detergente neutro da MS (PIDN_{%MS}) da palma forrageira em diferentes densidades de plantio (DE)
..... 42
5. Teores de carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF), carboidratos não fibrosos corrigidos para cinza e proteína (CNFcp), nutrientes digestíveis totais (NDT_{NRC}) e nutrientes digestíveis totais (NDT_{CAPELLE}) da palma forrageira em diferentes densidades de plantio (DE) 45
6. Disponibilidade de água (tH₂O.ha⁻¹/2anos), proteína bruta por hectare (tPB.ha⁻¹/2anos), nutrientes digestíveis totais por hectare segundo NRC (tNDT.ha⁻¹/2anos), e nutrientes digestíveis totais por hectare segundo Capelle (tNDTha⁻¹/2anos) da palma forrageira em diferentes densidades de plantio (DE) 46

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
1. Precipitação mensal durante o experimento	34
2. Número médio de cladódios por planta de palma forrageira Gigante, Redonda e Miúda, em diferentes densidades de plantio	38
3. Comprimento médio de cladódios de palma forrageira Gigante, Redonda e Miúda em diferentes densidades de plantio	39
4. Largura média de cladódios de palma forrageira Gigante, Redonda e Miúda em diferentes densidades de plantio	39
5. Produtividade de massa verde de palma forrageira Gigante, Redonda e Miúda em diferentes densidades de plantio	41
6. Produtividade de massa seca de palma forrageira Gigante, Redonda e Miúda em diferentes densidades de plantio	41
7. Teor de lignina de palma forrageira Gigante, Redonda e Miúda em diferentes densidades de plantio	44
8. Acúmulo de água por hectare de palma forrageira Gigante, Redonda e Miúda em diferentes densidades de plantio	47
9. Proteína bruta por hectare de palma forrageira Gigante, Redonda e Miúda, em diferentes densidades de plantio	47
10. Nutrientes digestíveis totais segundo NRC (●) e Capelle (▲) por hectare de palma forrageira Gigante, Redonda e Miúda em diferentes densidades de plantio	46

RESUMO GERAL

O experimento foi instalado no Campo Experimental do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros - CPATC - Embrapa, em Frei Paulo – SE objetivando avaliar a morfometria, produtividade e a composição química de cultivares de palma forrageira em diferentes densidades de plantio. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3X4. Os tratamentos constituíram-se da combinação de três espécies de palma forrageira (Palma Gigante, Redonda e a Miúda), quatro densidades de plantio (10.000, 20.000, 40.000 e 80.000 plantas.ha⁻¹), com três repetições. A coleta das amostras foi realizada aos 24 meses após plantio, sendo realizadas avaliações das medidas morfométricas, produção e composição química em cada tratamento. As espécies de palma forrageira apresentaram comportamentos diferentes quanto à morfometria, produtividade e composição química e independente da espécie o plantio adensado eleva a produtividade e proporciona maior acúmulo de água e nutrientes por hectare\2 anos.

ABSTRACT

The experiment was conducted at the Experimental Center of the Coastal Plains Agricultural Research - CPATC - Embrapa, in Frei Paulo - SE to evaluate the morphology, chemical composition and productivity of forage cultivars in different planting densities. The experimental design was a randomized block in factorial 3X4. The treatments consisted of a combination of three species of cactus pear (Palma Giant and Tiny Round), four planting densities (10,000, 20,000, 40,000 and 80,000 plants.ha⁻¹), with three replications. The sample collection was performed at 24 months after planting, and evaluated the morphometric measurements, production and chemical composition in each treatment. The species of forage presented different behaviors regarding morphometry, productivity and chemical composition and independent of the kind denser planting increases productivity and provides greater accumulation of water and nutrients per hectare\2 years.

INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil, a faixa territorial considerada como semiárida, abrange uma área de 969.589,4 km², representando 11,39% do território brasileiro e 60% da região Nordeste (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO, 2005) e apresenta como característica marcante à irregularidade do regime pluviométrico. A ocorrência de secas periódicas prolongadas e altas taxas de evapotranspiração influenciam marcadamente a disponibilidade e qualidade de forragem nessas áreas.

Grande parte do território sergipano está localizado no semiárido nordestino e faz parte do polígono da seca e também passa por problemas relacionados a alimentação de ruminantes durante a estiagem. A pecuária sergipana destaca-se pela criação de bovinos, ovinos e caprinos que no geral são criados extensivamente. O estado de Sergipe possui um rebanho de 1.117.765 bovinos, 168.674 ovinos e 19.881 caprinos, representando 3,89, 1,71 e 0,24 % do rebanho nordestino, respectivamente (IBGE, 2010).

A palma forrageira é encontrada em todo semiárido do estado de Sergipe, sendo as espécies mais utilizadas a Gigante (*Opuntia fícus-indica* (L.) Mill), Redonda (*Opuntia* sp) e Miúda (*Nopalea cochenilifera* (L.) Salm Dyck) sendo a espécie miúda a mais frequente, entretanto a produtividade é considerada baixa devido ao baixo nível tecnológico das pequenas propriedades.

A exploração da palma forrageira contribuiu decisivamente para a sustentabilidade e o desenvolvimento socioeconômico da região semiárida, pois devido a sua fisiologia especial quanto à absorção, aproveitamento e perda de água suporta grande período de estiagem. Por ser uma cultura bem adaptada a tais condições climáticas, apresenta-se como uma alternativa primordial para a pecuária nordestina com maior eficiência no uso da água, apresentando elevada capacidade produtiva de biomassa.

A produtividade da palma forrageira pode ser influenciada pela fertilidade do solo, pluviosidade, densidade de plantio, vigor das mudas, ataque de pragas e doenças, dentre outros. E neste sentido, vários estudos têm sido realizados em busca do aumento da produção da palma forrageira no semiárido brasileiro.

A prática do plantio adensado tem sido mais utilizada recentemente e vem conseguindo aumentar a produtividade dessa cultura e contribuindo para o manejo racional na exploração desta cactácea. Porém, quando se trata de plantio adensado maior é a população de plantas, maiores são as quantidades de nutrientes extraídos, e exportados

após a colheita da forragem, conseqüentemente, aumenta a necessidade de correções na fertilidade do solo.

A composição química da palma forrageira é variável segundo a espécie, idade, época do ano e condições edáficas, é um alimento rico em água, matéria mineral e carboidratos. Os carboidratos não fibrosos destacam-se como fonte de energia prontamente disponível para fermentação microbiana, no entanto, apresenta baixos teores de fibra em detergente neutro (FDN) comparada com alimentos volumosos, devendo ser utilizada associada a outro alimento protéico e fibroso.

O manejo adequado na implantação e condução do palmar deve levar em consideração práticas que elevem a produtividade, mas deve preconizar a manutenção do valor nutritivo dessa forragem. A palma forrageira aliada às adversidades do semiárido do Nordeste pode despontar como alternativa de sustentabilidade aos pecuaristas sertanejos. Portanto diante da importância da cultura da palma para a região, se faz necessário entender melhor as formas de cultivo com vistas a aumentar a qualidade de nutrientes e produtividade.

Diante do exposto, conduziu-se o experimento com o objetivo de avaliar a morfometria, produtividade e composição química de espécies de palma forrageira em diferentes densidades de plantio.

REVISÃO DE LITERATURA

1 - Botânica e fisiologia da palma forrageira

A palma forrageira pertence à Divisão: Embryophyta, subdivisão: Angiospermeae, classe: Dicotyledoneae, subclasse: Archiclamideae, ordem: Opuntiales e família das Cactáceas (SILVA e SANTOS, 2006). No mundo, já foram descritas cerca de 300 espécies de cactáceas pertencentes ao gênero *Opuntia*, distribuídas desde o Canadá até a Argentina. Entre as espécies selvagens e cultivadas mais utilizadas, 12 espécies pertencem a *Opuntia* e uma a *Nopalea* (SCHEINVAR, 2001; REINOLDS e ARIAS, 2007). No Nordeste do Brasil predominam duas espécies, conhecidas vulgarmente como Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) e Miúda (*Nopalea cochenilifera* (L.) Salm Dyck) (FARIAS et al., 2005).

A palma forrageira por ser uma cactácea que apresenta características morfofisiológicas de adaptação as condições de semiárido, passou a ser cultivada em larga escala pelos criadores das bacias leiteiras do Nordeste, principalmente de Pernambuco e Alagoas, constituindo-se numa das principais forrageiras para o gado leiteiro na época seca (LIRA et al., 2006). Visto que a planta apresenta mecanismo fisiológico especial no que se refere à absorção, aproveitamento e perda de água, sendo bem adaptada às condições adversas destas regiões (TELES et al., 2002).

A fisiologia da palma forrageira é caracterizada pelo processo fotossintético MAC (Metabolismo Ácido da Crassulácea), que assimila CO₂ durante a noite, devido às restrições na disponibilidade de água e pressão ambiental, que resulta em baixa transpiração, fechando os estômatos durante o dia, a fim de manter a hidratação dos tecidos (CHIACCHIO et al., 2006). Entretanto, na ausência de estresse a palma pode atuar como CAM facultativa, ou seja, ajustar o padrão de captação de CO₂, como ocorre com outras cactáceas, crassuláceas e bromeliáceas (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Locais onde as noites são frias e a umidade do ar elevada, com a possível ocorrência de orvalho, representam condições ótimas para o cultivo desta planta. Em localidades cujas noites são quentes e secas, a cultura perde muita água e o seu desenvolvimento é prejudicado (SAMPAIO, 2005).

Estudos têm constatado que a palma forrageira possui uma eficiência de uso da água de aproximadamente 50:1, ou seja, 50 kg de água para cada 1 kg de matéria seca formada, enquanto as plantas C3 e C4 apresentam eficiências por volta de 1000:1 e 500:1,

respectivamente e em relação às plantas C3 essa superioridade atinge até onze vezes (ALVES et al., 2007).

As variedades de palma do gênero *Opuntia* mostram um maior potencial de adaptação às regiões de baixa disponibilidade de água no solo, em virtude da reserva hídrica contida nas suas raquetes em relação ao gênero *Nopalea* (SALES e ANDRADE, 2006).

2 - A palma forrageira e a região Nordeste

Uma das principais atividades desenvolvidas na região Nordeste do Brasil é a pecuária, com destaque para os rebanhos bovino, ovino e caprino, que no geral são criados extensivamente, alimentando-se da vegetação nativa. Entretanto, a má distribuição da precipitação pluvial, compromete a produção de forragens sendo uma grande limitação da pecuária desta região.

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

A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) é uma cultura originária do México, sendo hoje encontrada em todo o mundo (SILVA et al., 2008). O histórico da palma forrageira no Brasil, especialmente no Nordeste, apresenta muitas controvérsias entre os autores. Sua introdução no Brasil se deu pelos portugueses na época da colonização, provavelmente trazida das Ilhas Canárias, sendo esta de origem mexicana e que inicialmente foi utilizada como corante natural (PESSOA, 1967).

Segundo Simões et al. (2005), a palma foi utilizada com objetivo de hospedar o inseto *Dactylopius coccus*, na cidade do Rio de Janeiro, pelo frei José Mariano da Conceição Veloso, que reunia informações sobre técnicas de cultivo e manejo sobre a planta para a produção do carmim (corante vermelho) que não causa danos à planta, quando bem manejada, e que resultou em uma ação sem sucesso. Com este insucesso, a palma passou a ser cultivada como planta ornamental.

Inicialmente, o valor forrageiro da palma no Nordeste não foi reconhecido, embora no Norte da África o cultivo de variedades inermes de *Opuntia* para fins

fornageiros já fosse difundido no final do século XIX (DOMINGUES, 1963), só despertando interesse como fornageira em Pernambuco e Alagoas em 1902.

Conforme Lima et al. (2001), a palma foi introduzida no Nordeste brasileiro, no início do século XX, sendo disseminada por ordem do governo, após a seca de 1932, por iniciativa do Ministério da Viação e Obras Públicas. O cultivo foi disseminado do Piauí à Bahia, tratando-se do primeiro trabalho de difusão da cultura.

Segundo Araújo et al. (2005), a região Nordeste do Brasil possui uma área de 550.000 ha ocupada com a plantação de palma fornageira, com destaque para Alagoas e Pernambuco, Estados com maior área cultivada.

3 - Plantio adensado, adubação e produtividade da palma fornageira

Em Sergipe predomina o cultivo das três espécies de palma fornageira, a Gigante ou graúda, a Redonda e a Miúda ou doce, sendo a mais comum à palma Miúda. A melhor época para o plantio da palma é no terço final do período seco, ao contrário de outras culturas fornageiras, e em Sergipe este plantio ocorre entre os meses de dezembro a fevereiro, geralmente após as primeiras chuvas. O plantio é realizado por meio do artículo ou cladódio, também chamado de raquete.

O tamanho do cladódio na seleção do material de plantio é um dos pontos mais importantes, pois afeta o número e o tamanho das brotações no primeiro ano de crescimento da palma. Cladódios com dois a três anos de idade são os mais recomendados por emitirem brotações mais vigorosas (FARIAS et al., 2005).

A palma pode ser propagada por cladódio inteiro ou metade deste, em corte transversal ou longitudinal; contudo, a aquisição e o transporte de mudas, mesmo fracionadas, se tornam um problema, principalmente quando o plantio é realizado em locais distantes da produção da palma semente. A fonte de material vegetativo para implantação da palma constitui as plantações comerciais, apesar de apresentar desvantagens de disseminação de doenças e falta de certificação genética (VASCONCELOS et al., 2007).

A redução no tamanho das propriedades, o uso intensivo do solo, a maior necessidade de forragem para alimentar o rebanho leiteiro nos estados de Pernambuco, Alagoas, Paraíba e Sergipe, introduziram no cultivo da palma fornageira, de forma quase que obrigatória à prática da adubação e plantio adensado. Técnicas como espaçamento de plantio, manejo de colheita e adubação são tidas como de grande influência na produtividade da cultura (ALVES et al., 2007).

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 novos cultivares (VASCONCELOS et al., 2007).

O cultivo da palma forrageira em espaçamento adensado tem sido mais utilizado recentemente, em razão do aumento da produtividade. Segundo Farias et al. (2000), utilizando espaçamentos mais adensados pode-se alcançar maiores produções, mas os custos de estabelecimento do palmal são maiores e os tratos culturais ficam mais difíceis e não permitem consorciação com outras culturas. O emprego de espaçamentos em filas duplas, mais espaçadas, pode permitir a utilização de consórcio durante toda a vida útil do palmal. Este sistema também favorece a produção de grãos e restolhos de culturas para o produtor que optar por esse sistema, possibilitando um melhor emprego de mecanização no controle de ervas daninhas. E assim, facilita a colheita e transporte, contribuindo para reduzir os riscos de incêndio no palmal e controlar a erosão em áreas de cultura. Segundo Menezes (2005), o espaçamento está diretamente associado à interceptação da luz, com maior eficiência em densidades de plantio mais alta.

O espaçamento de plantio da palma forrageira varia de acordo com a fertilidade do solo, quantidades de chuvas, finalidade de exploração e a consorciação utilizada e pode ser adensado, onde a palma forrageira é estabelecida em espaçamentos de 2,0 m x 0,25 m, quando a palma apresenta crescimento mais vertical, palma gigante (*Opuntia ficus-indica*) e da miúda (*Nopallea cochenilifera*), e em espaçamentos de 2,0 m x 0,5 m, quando a palma apresenta crescimento mais horizontal, palma redonda (*Opuntia stricta*) (EMBRAPA, 2002). Outro sistema de plantio é o semi-adensado, onde o espaçamento entre plantas é de 1,0 m x 0,5 m.

O cultivo da palma gigante nos espaçamentos 2,0 m x 1,0 m em fileira simples e 3,0 m x 1,0m x 0,5 m e 7,0 m x 1,0 m x 0,5 m em fileiras duplas consorciada com sorgo granífero, feito em São Bento do Una-PE, não influenciou de forma significativa os percentuais de matéria seca, proteína bruta e celulose dos cladódios. O que se observou no plantio em fileira dupla foi a chance de mecanizar o cultivo sem prejudicar a produção total de matéria seca de ambas as culturas (FARIAS et al., 1996).

Albuquerque e Rao (1997), estudando espaçamento em palma gigante, de 1,0 X 1,0 m; 2,0 X 1,0 m; 2,0 X 0,5 m; 2,0 X 0,67; e 1,0 X 0,5 m, verificaram que houve diferenças na produção de forragem entre os espaçamentos estudados. Estes autores

verificaram decréscimos na produção de palma de 24,31% quando consorciada com feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* L) e de 42,81% com o sorgo (*Sorghum bicolor* L). A produção da palma forrageira com colheitas bienais varia com o espaçamento adotado, que segundo o IPA (1998), é de 100 t/ha no espaçamento de 1,0 m x 1,0 m; 200 t/ha no espaçamento de 1,00 m x 0,50 m e 300 t/ha no espaçamento de 1,0 m x 0,25 m.

O cultivo da palma forrageira clone IPA-20, utilizando os espaçamentos 2,0 m x 1,0 m e 1,0 m x 0,25 m, permitiu a conclusão de que o cultivo adensado resultou em um aumento em torno de 80% na produtividade da matéria seca comparada com o cultivo tradicional (SANTOS et al., 2006a). Além disso, Dubeux Júnior et al. (2006), evidenciaram que o cultivo de palma em sistema adensado (40.000 plantas.ha⁻¹) foi mais eficiente no uso da água da chuva, o resultando uma maior produção de forragem.

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

Ramos et al. (2011), verificaram que a produção de fitomassa por área e a eficiência de uso da água das chuvas foram acrescidas com o adensamento, chegando a 130,6 kg/ha de massa verde e 6,13 kg/ha/ano de MS por mm de chuva na população de 20 mil plantas por hectare.

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

A adubação da palma, independentemente da cultivar utilizada, promove incremento da área foliar e de matéria seca, refletindo no crescimento da planta e, conseqüentemente, na produtividade, o que acontece também para o plantio adensado e para a adubação orgânica associada à adubação química (ALMEIDA, 2011).

Santos et al. (1996), constataram que a adubação com 10 t/ha de esterco bovino elevou a produtividade da palma gigante de 2,9 para 5,25 t de MS/ha/ano enquanto que a adubação química com 50-11-21 kg.ha⁻¹ de N, P e K, respectivamente, elevou de 2,9 para 3,75 t de MS/ha/ano. A associação da adubação química com a orgânica elevou a produtividade da palma para 6,15 t MS/ha/dois anos, o que indicou que as duas formas de adubação foram aditivas.

Considerando uma produtividade média bienal de 40 t.ha⁻¹ de MS (SANTOS et al., 2000) e teores médios na MS de N, P, K e Ca como sendo de 0,9 %, 0,16 %, 2,58 % e 2,35 %, respectivamente (SANTOS et al., 1990), a palma forrageira extrai cerca de 360 kg de N, 64 kg de P, 1.032 kg de K e 940 kg de Ca, por hectare a cada dois anos, sem considerar os outros macros e micronutrientes (DUBEUX JÚNIOR e SANTOS, 2005).

Segundo Embrapa (2007), um palmal com a finalidade de produzir 10 t de massa seca deverá ter uma densidade de 5.000 a 10.000 plantas por hectare, aconselha-se aplicar 60 Kg/ha de N, 50 kg/ha de P₂O e 60 kg/ha de K₂O, enquanto que, para produzir 30 t de massa seca, é necessária uma população de 40.000 plantas por hectare. Porém, para produzir 30 t de MS/ha, a palma demanda 130, 100 e 100 kg/ha de N, P e K, respectivamente, ao utilizar o plantio adensado.

4 - Composição química da palma forrageira

A palma forrageira é adaptada às condições edafoclimáticas de regiões semiáridas e apresenta altas produções de matéria seca por unidade de área. Em termos de produtividade de massa verde, a palma miúda tem se mostrado inferior às cultivares gigante e redonda. No entanto, quando essa produção é transformada em massa seca, os últimos resultados se equivalem, por ter a palma miúda mais massa seca que as outras (SANTOS et al., 2006b).

Além disso, é um alimento rico em carboidratos, principalmente não-fibrosos, e possui baixa porcentagem de parede celular, o que a caracteriza como um alimento energético (MELO et al., 2003), podendo suprir a escassez de alimentos energéticos em certo período do ano, sendo fundamental seu uso com a associação de uma fonte de fibra para o bom funcionamento ruminal, bem como a homeostase animal, sem que interfira na produtividade..

Em estudo da composição químico-bromatológica da palma forrageira, independente do gênero, Ferreira (2006), verificou baixos teores de MS (11,69 + 2,56%), PB (4,81 + 1,16%), fibra em detergente neutro (26,79 + 5,07%), fibra em detergente ácido (18,85 + 3,17%), carboidratos totais (81,12 + 5,9%), carboidratos não fibrosos (58,55 + 8,13%), carboidratos não estruturais (47,9 + 1,9%) e material mineral (12,04 + 4,7%). Por outro lado, apresenta altos teores de cálcio (2% - 5,7% da MS), potássio (1,5% - 2,58% da MS), magnésio (1,3% - 1,7% da MS) e baixo teor de fósforo (0,1% - 0,6% da MS).

Torres et al. (2009), verificaram variação na composição química de variedades de palma, tendo a Miúda apresentado 10,3% de MS, 5,5% de PB, 12,6% de MM, 37,3% de FDN,

20,2% de FDA, 2,2% de EE, 79,7% de CHT e 42,4% para CNF. Para palma Gigante observou-se 9,9% de MS, 4,0% de PB, 2,5% de EE, 9,7% de MM, 36,5% de FDN, 16,9% de FDA, 83,8% de CHT e 47,3% para CNF.

Batista et al. (2009), trabalhando em Arcoverde-PE, determinaram a composição química e degradabilidade ruminal de oito cultivares de palma (Gigante, Miúda, Chile 1317, Argelian 1267, IPA-20, IPA-90-92, IPA-90-155 e Additional 1258). Foi observado que os teores de fibra em detergente neutro não diferiram entre todas as cultivares, com média de 24,9 %. Os teores de fibra em detergente ácido (FDA) variaram de 14,8 % a 20,7 % e os teores de proteína bruta foram inferiores a 5,0 %, com algumas diferenças significativas entre as variedades.

Sendo assim, por ser considerada um alimento rico em energia, a palma forrageira pode atender a demanda energética de ruminantes, no entanto, é fundamental seu uso com a associação de uma fonte de fibra para o bom funcionamento ruminal.

5 – Utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes

As regiões climaticamente definidas como áridas e semiáridas, representam aproximadamente 48 milhões de km², distribuídas em 2/3 dos países do mundo, onde vive uma população estimada em 630 milhões de pessoas. Nestas, o fenômeno da seca é normal e causa sérios prejuízos ao setor agropecuário (OLIVEIRA et al., 2010)

Na região semiárida nordestina, uma das principais atividades econômicas é a pecuária, com destaque para os rebanhos bovinos, ovinos e caprinos, que na sua maioria são criados extensivamente alimentando-se da vegetação nativa e apresentando baixos índices de produtividade.

A palma forrageira representa uma alternativa de renda para os que habitam as regiões áridas e semiáridas, pois possibilita a obtenção de diversos produtos e subprodutos com destaque para alimentação humana e animal, além da medicina, na indústria de cosméticos e na produção de aditivos naturais (SÁENZ, 2000; SÁENZ et al., 2004).

A palma forrageira 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 sua produção é essencial para alimentação dos ruminantes, principalmente em virtude da economia em rações concentradas e pelo aumento de produtividade (LIMA et al., 2004).

Além de fornecer um alimento verde, a palma forrageira supre grande parte das necessidades de água dos animais na época de escassez. A presença de uma reserva de cactáceas durante períodos de seca pode ser considerada como um “banco de água” e pode representar a diferença entre a vida e os elevados índices de mortalidade com animais, registrados durante a ocorrência de secas (RANGEL et al., 2009).

Segundo Ferreira et al. (2009), a palma forrageira apresenta alta palatabilidade e grandes quantidades que podem ser voluntariamente consumidas. No entanto, embora seja uma excelente fonte de CNF (importante fonte de energia para os ruminantes), a palma forrageira apresenta baixos teores de MS, FDN e o teor de PB é insuficiente para o adequado desempenho animal, o que faz necessária a associação da palma com outros alimentos. Além disso, quando a palma forrageira é utilizada em grande proporção na dieta, há aumento considerável na porcentagem de carboidratos não fibrosos, e isto contribui para a diminuição da digestibilidade dos nutrientes (ANDRADE et al., 2002).

Entretanto, apesar do baixo conteúdo de matéria seca da palma forrageira, já foi demonstrado que, quando a relação FDN:CNF segue as recomendações propostas pelo NRC (2001) o teor de água desta forrageira não causam qualquer tipo de distúrbio digestivo nos animais (BISPO et al., 2007). Portanto, existe a necessidade de corrigir o déficit de FDN através de fontes de fibra fisicamente efetiva e proteína.

Desta forma, faz-se necessária a associação da palma forrageira a alimentos fibrosos, a fim de incrementar os teores de matéria seca e fibra da ração, na tentativa de evitar possíveis distúrbios verificados, quando fornecida isoladamente (SILVA et al., 2007).

Albuquerque et al. (2002), utilizando três fontes de nitrogênio associadas à palma forrageira cv. Gigante na suplementação de vacas leiteiras mantidas em pasto diferido, concluíram que o pasto diferido associado à palma forrageira e farelo de soja é uma alternativa de alimentação para animais mestiços no agreste de Pernambuco.

Araújo et al. (2004b), pesquisando a substituição da energia do milho pela da palma forrageira em vacas mestiças em lactação, concluiu que é possível tal substituição sem diminuição da produção diária de leite, nem dos níveis de gordura do leite.

Cavalcanti (2005), avaliou o desempenho de vacas holandesas em lactação alimentadas com dietas com diferentes níveis de palma (0; 12,5; 25,0; 37,5 e 50,0%) em substituição ao feno do capim-tifton, na forma de mistura completa, e não observou diferença significativa no consumo de MS e no teor de gordura do leite, entretanto, as produções de leite total e corrigida para 3,5% de gordura por dia sofreram efeito quadrático.

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, S. S. C.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V.; et al. Utilização de três fontes de nitrogênio associadas à palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) cv. Gigante na suplementação de vacas leiteiras mantidas em pasto diferido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, 2002.

ALBUQUERQUE, S. G.; RAO, M. R. Espaçamento da palma forrageira em consórcio com sorgo granífero e feijão-de-corda no Sertão de Pernambucano. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.26, n.4, p.645-650, 1997.

ALMEIDA, J. **A palma forrageira na Região Semiárida do Estado da Bahia: diagnóstico, crescimento e produtividade.** Tese (Doutorado) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas-BA. 95f. 2011.

ALVES, R. N.; FARIAS, I.; MENEZES, R. S. C.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C. 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, D. K. B.; FERREIRA, M. A.; VERAS, 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, G. G. L. de; HOLANDA JÚNIOR, E. V.; DANTAS, D. B.; MEDINA, F. T. As forrageiras nativas como base da sustentabilidade da pecuária do semi-árido. In: III Congresso Nordeste de Produção Animal, IX Simpósio Nordeste de Alimentação de Ruminantes, IV Simpósio Paraibano de Zootecnia, 2004, Campina Grande-PB. **Anais...** CD-ROM, Campina Grande, 2004a.

ARAÚJO, P. R. B.; FERREIRA, M. A.; BRASIL, L. H. A. et al. Substituição do milho por palma forrageira em dietas completa para vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n.6, p.1850-1857, 2004b.

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

BATISTA, A. M. V.; RIBEIRO NETO, A. C.; LUCENA, R. B. et al. Chemical composition and ruminal degradability of spineless cactus grown in northeast Brazil. **Rangeland Ecology & Management**, v. 62, p.297-301, 2009.

BISPO, S. V.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C. 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 Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.6 p.1902-1909, 2007.

CAVALCANTI, C. V. A. **Palma forrageira (Opuntia ficus indica Mill) e uréia em substituição ao feno de tifton (Cynodon spp) em dietas de vacas Holandesas em lactação**. Recife. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005. 57p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005.

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

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

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: Menezes, R. S. C; Simões, D. A.; Sampaio, E V. S. B. (Eds.). **A palma no Nordeste do Brasil, conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. 1. ed. Recife: Editora da UFPE, 2005. p.105-128.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F. dos; LIRA, M. de A.; SANTOS, D. C. dos; FARIAS, I.; LIMA, L. E.; FERREIRA, R. L. C.; Productivity of *Opuntia ficus indica* (L) Miller under different N and P fertilization and plant population in north-east Brasil. **Journal of Arid Enviroments**, v. 67, n. 3, p. 357-372, 2006.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2002. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteSemiArido/infra/palma.html>. Acesso em 28 de Janeiro de 2013.

FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, D. C. dos; FERNANDES, A. de P. M.; TAVARES FILHO, J. J.; SANTOS, M. V. F. de. Efeito da frequência e intensidade de cortes em diferentes espaçamentos na cultura da palma forrageira em consórcio com sorgo granífero. 1996. Disponível em <http://www.Ipa.br/publicações>. Consultado em 27 de novembro de 2010.

FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, D. C. dos; TAVARES FILHO, J. J.; SANTOS, M. V. F. dos; FERNANDES, A. P. M.; SANTOS, V. F. dos. Manejo de colheita e espaçamento da palma forrageira em consórcio com sorgo granífero, no agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.2, p. 341-347, fev. 2000.

FARIAS, I.; SANTOS, D. C. dos; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. Estabelecimento e manejo da palma forrageira. In: MENEZES, R. S. C.; et al. (eds). **A palma no Nordeste do**

Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. p. 81-103.

FERREIRA, M. de A. Utilização da palma forrageira na alimentação de vacas leiteiras. In: 43ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2006, João Pessoa - PB. **Anais...** CD-ROM, João Pessoa – PB, 2006.

FERREIRA, M. A.; SILVA, F. M.; BISPO, S. V.; AZEVEDO, M. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semiárido do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.322-329, 2009. Supl.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Produção Pecuária Municipal.** Rio de Janeiro. v. 38, p.1-65, 2010.

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

LIMA, I. M. M.; GAMA, N. S. Registro de plantas hospedeiras (cactaceae) e de nova forma de disseminação de *Diaspis echinocacti* (Bouché) (Hemíptera: Diaspididae), cochonilha da palma forrageira, nos estudos de Pernambuco e Alagoas. **Neotropical Entomology**, v.30, n.3, p479-481, 2001.

LIMA, C. D. S.; GOMES, H. de S.; DETONI, C. E. Adição de uréia e da levedura *Saccharomyces cerevisiae* no enriquecimento protéico da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* L) cv. Miúda. **Revista Magistra**, v.16, n. 1, p. 01-08, 2004.

LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX, J. C. B.; FARIAS, I.; CUNHA, M. V.; SANTOS, D. C. Meio século de pesquisa com a palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) - ênfase em manejo. In: Guim, A.; Verás, A. S. C.; Santos, M. V. F. In: *Zootec*, 4., 2006, Recife. **Anais...** Recife: ABZ, 2006. CD Rom.

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

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H.; SOUZA, F. J. de. Produtividade de palma em propriedades rurais. In: MENEZES, R. S. C.; et al. (eds). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso.** Recife: Editora Universitária da UFPE, p. 129-150. 2005.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL-MIN. **Nova delimitação do Semiárido Brasileiro.** Brasília, DF, 32p, 2005.

MURILLO-AMADOR, B.; GARCIA-HERNÁNDEZ, J. L.; ÁVILA-SERRANO, N. Y.; ORONA-CASTILLO, I.; TROYO-DIÉGUEZ, E.; NIETO-GARIBAY, A.; RUIZ-

ESPINOZA, F. H.; ZAMORA-SALGADO, S. A multivariate approach to determine the effect of doses and sources of N, P and K in *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. 2005. Disponível em <http://www.jpacd.org>. Consultado em 12 de março de 2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th rev. ed. Washington, D.C.: **National Academy Press**. p.13-25, 2001.

OLIVEIRA, F. T.; SOUTO, J. S.; SILVA, R. P.; FILHO, F. C. A; JÚNIOR, E. B. P. **Palma Forrageira: Adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiáridos**. Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil) v.5, n.4, p. 27 – 37 outubro/dezembro de 2010

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

RAMOS, J. P. F.; LEITE, M. L. M. V.; OLIVEIRA, JR., S. et al. Crescimento Vegetativo de *Opuntia ficus indica* em diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 41-48, 2011.

RANGEL, A. H. N.; LIMA JUNIOR, D. M.; BRAGA, A. P. et al. Suprimento e demanda de nutrientes em sistemas em não equilíbrio. **Revista Verde**, v.4, n.1, p.14-30. 2009.

REINOLDS, S. G.; ARIAS, E. General background on *Opuntia*. Disponível em: <http://www.fao.org/DOCREP/005/2808Ely2808e04.htm>. Acesso em 20 de fevereiro de 2012.

RUIZ-ESPINOZA, F. H.; ALVARADO-MENDOZA, J. F.; MURILLO-AMADOR, B.; GARCIA-HERNÁNDEZ, L.; PARGAS-LARA, R.; DUARTE-OSUNA, J. de D.; BELTRANI-MORALES, F. A.; FENECH-LARIOS, L. Rendimiento y crecimiento de nopalitos de cultivares de nopal (*Opuntia ficus-indica*) bajo diferentes densidades de plantación. 2008. Disponível em <http://www.jpacd.org>. Consultado em 25 de outubro de 2011.

SÁENZ, C. Processing technologies: an alternative for cactus pear (*Opuntia* spp.) fruits and cladodes. **Journal of Arid Environments**, v. 46, n. 3, p. 209-225, 2000.

SÁENZ, C.; SEPÚLVEDA, E.; MATSUHIRO, B. *Opuntia* spp mucilage's: a functional component with industrial perspectives. **Journal of Arid Environments**, v. 57, n. 3, p. 275-290, 2004.

SALES, A. T.; ANDRADE, A. P. de. Potencial de adaptação de variedades de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* e *Nopalea cochenillifera*) no cariri paraibano. In: IV Congresso Nordestino de Produção Animal. Petrolina-PE, 2006 **Anais...** Petrolina – PE: SNPA, p. 434-438, 2006.

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

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

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

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

SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. DE A.; BURITY, H. A.; FARIAS, I.; SANTOS, M. E. P. DOS; NASCIMENTO, M. M. A. do. Número, dimensões e composição química de artigos de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill) cv. gigante, de diferentes ordens. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v.7, n.especial p.69-79, 1990.

SCHEINVAR, I. Taxonomia das opuntias utilizadas. BARBERA, G.; INGLESE, P. (Eds). **Agroecologia, cultivos e usos da palma forrageira**. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. p. 20-27.

SILVA, C. C. F. da; SANTOS, L. C. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. *Revista Eletrônica de Veterinária*, v. 7, n. 10, p. 1- 13, 2006. Disponível em <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>. Consultado em 10 de julho de 2011.

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

SILVA, A. M. A.; SANTOS, J. J.; COSTA, W. D.; BARROS, L. E. F.; SANTOS, A. P. M.; SILVA, R. A. C.; SILVA, W. C. M. Efeito do espaçamento e forma de plantio sobre a palma forrageira “*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck” no semiárido alagoano. **In: V CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL**, 36., 2008, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Sociedade Nordestina de Produção Animal, [2008] (CD-ROM).

SIMÕES, D. A.; SANTOS, D. C.; DIAS, F. M. Introdução da palma forrageira no Brasil. **In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (eds). A Palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. 2ªed. Recife: ed universitária da UFPE. p.13-26, 2005.

SOBRAL L. F.; VIÉGAS P. R. A.; SIQUEIRA O. J. W.; ANJOS J. L.; BARRETO M. C. V.; GOMES J. B. V. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no Estado de Sergipe**. 1. ed. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. 2007. 251 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4ª edição. Artmed Editora S. A. p. 203-242. 2009.

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

TORRES, L. C. L.; FERREIRA, M. A.; GUIM, A. et al. Substituição da palma-gigante por palma-miúda em dietas para bovinos em crescimento e avaliação de indicadores internos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2264-2269, 2009.

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.

CAPÍTULO 1

Avaliação da palma forrageira em diferentes densidades de plantio

¹Capítulo elaborado baseado nas normas da Revista Brasileira de Ciências Agrárias

Avaliação da palma forrageira em diferentes densidades de plantio

Resumo

O experimento foi instalado no Campo Experimental do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros - CPATC - Embrapa, em Frei Paulo – SE objetivando avaliar a morfometria, produtividade e a composição química de cultivares de palma forrageira em diferentes densidades de plantio. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3X4. Os tratamentos constituíram-se da combinação de três espécies de palma forrageira (Palma Gigante, Redonda e a Miúda), quatro densidades de plantio (10.000, 20.000, 40.000 e 80.000 plantas.ha⁻¹), com três repetições. A coleta das amostras foi realizada aos 24 meses após plantio, sendo realizadas avaliações das medidas morfométricas, produção e composição química em cada tratamento. As espécies de palma forrageira apresentaram comportamentos diferentes quanto à morfometria, produtividade e composição química e independente da espécie o plantio adensado eleva a produtividade e proporciona maior acúmulo de água e nutrientes por hectare\2 anos.

Palavras-chave: Opuntia sp., Nopalea sp., cactáceas, cladódios, bromatologia.

Evaluation of palm forage in different planting densities

Abstract

The experiment was conducted at the Experimental Center of the Coastal Plains Agricultural Research - CPATC - Embrapa, in Frei Paulo - SE to evaluate the morphology, chemical composition and productivity of forage cultivars in different planting densities. The experimental design was a randomized block in factorial 3X4. The treatments consisted of a combination of three species of cactus pear (Palma Giant and Tiny Round), four planting densities (10,000, 20,000, 40,000 and 80,000 plants.ha⁻¹), with three replications. The sample collection was performed at 24 months after planting, and evaluated the morphometric measurements, production and chemical composition in each treatment. The species of forage presented different behaviors

regarding morphometry, productivity and chemical composition and independent of the kind denser planting increases productivity and provides greater accumulation of water and nutrients per hectare\2 years.

Keywords: *Opuntia* sp., *Nopalea* sp., Cacti, cladodes, bromatology.

INTRODUÇÃO

A exploração da palma forrageira contribuiu decisivamente para a sustentabilidade e o desenvolvimento socioeconômico da região Nordeste, por ser uma cultura bem adaptada às condições climáticas do semiárido. O aparecimento de anos secos faz da palma forrageira uma alternativa primordial, quando o crescimento de outras forrageiras é limitado pelo baixo índice pluviométrico, pois esta suporta grande período de estiagem por sua fisiologia especial quanto à absorção, aproveitamento e perda de água (Cavalcante & Resende, 2007; Romo et al., 2006). A eficiência no uso da água, até 11 vezes superior à observada nas plantas de mecanismo C3, torna a palma, dentre as forrageiras cultivadas, a espécie mais adaptada ao semiárido (Ferreira et al., 2008).

Estima-se que no Nordeste existem aproximadamente 500 mil ha cultivados, constituindo-se numa das principais forrageiras para os rebanhos na época seca (Lira et al., 2006). As cultivares de palma mais utilizadas são a Gigante (*Opuntia ficus-indica* L. Mill), Redonda (*Opuntia* sp.) e Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck). Entretanto, a Gigante é a mais cultivada na região do semiárido do Nordeste brasileiro, seguida pela redonda e miúda, respectivamente (Chiacchio et al., 2006).

A produtividade da palma forrageira pode ser influenciada pela fertilidade do solo, pluviosidade, densidade de plantio, tamanho da propriedade, disponibilidade de mão-de-obra, assistência técnica, possibilidade de mecanização, custos de aquisição de insumos, disponibilidade de adubo orgânico, níveis e fontes dos adubos, vigor das mudas, ataque de pragas e doenças, dentre outros (Dubeux Jr. & Santos, 2005).

Dentre as práticas de manejo da cultura da palma forrageira, destaca-se o espaçamento, sendo muito importante na definição do sistema de plantio devido a sua relação direta com a interceptação de luz pela cultura (Farias et al., 2005). Portanto, espaçamentos mais adensados estão sendo muito utilizados, porém nesses ocorre uma maior extração de nutrientes do solo (Teles et al., 2004). Assim, o plantio adensado associado à adubação, considerando que a estrutura fundiária do nordeste é formada na

sua maioria por pequenas propriedades, são estratégias de manejo fundamentais para aumentar a eficiência de produção de forragem (Dubeux Júnior et al, 2010).

A composição química das forragens é variável segundo a espécie, idade, época do ano e condições edáficas. Conforme Santos et al. (2005), a palma apresenta baixos teores de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. Ainda segundo Ferreira et al., (2006) a palma forrageira apresenta: 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 ($12,04 \pm 4,7\%$). Entretanto, a palma forrageira é considerada uma fonte energética de grande potencialidade para a nutrição de ruminantes, principalmente, no Nordeste Brasileiro (Tosto et al., 2007).

Diante do exposto, este estudo, foi conduzido com o objetivo de avaliar a morfometria, a produtividade e a composição química de espécies de palma forrageira em diferentes densidades de plantio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campo Experimental do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros – CPATC - Embrapa, em Frei Paulo – SE. As coordenadas geográficas do CPATC são: latitude $10^{\circ}32'58''$ S, longitude $37^{\circ}32'04''$ W, estando em 272 m de altitude com precipitação média anual de 700 mm. Os dados pluviométricos referentes ao período do experimento encontram-se na Figura 1.

Foram coletadas amostras de solo e encaminhadas ao laboratório do Instituto Tecnológico e de Pesquisa do estado de Sergipe - ITPS para a realização das análises físicas e químicas, as quais estão descritas na Tabela 1.

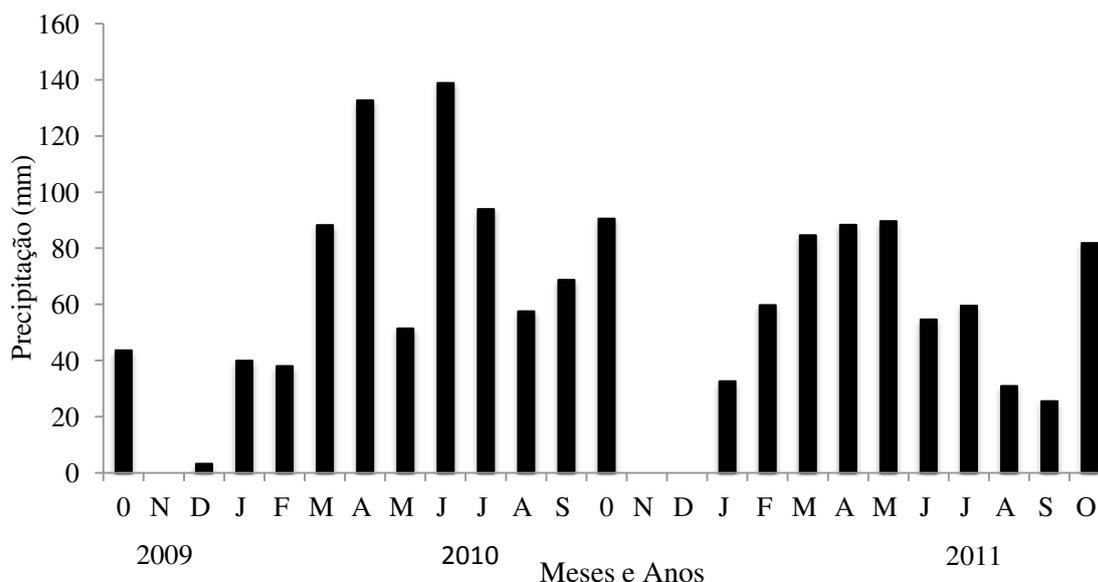


Figura 1 - Precipitação mensal durante o experimento Fonte: Escritório CPATC - Embrapa, Frei Paulo - SE (2012)

Figure 1 - Monthly rainfall during the experiment Source: Office CPATC - Embrapa, Frei Paulo - SE (2012)

Tabela 1. Resultados da análise química do solo utilizado no experimento. Frei Paulo (SE), 2009

Table 1. Results of chemical analysis of the soil used in the experiment. Frei Paulo (SE), 2009

pH	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V	M. O.
H ₂ O	mg.dm ⁻³	-----			cmol _c .dm ⁻³	-----		(%)	g.kg ⁻¹
5,5	12,6	1,0	12,4	5,1	2,8	18,6	21,5	86,5	23
Composição granulométrica					Classificação Textural				
Areia	Silte		Argila		Franco Argiloso				
22,56%	45,23%		32,21%						

Fonte: ITPS 2009.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, num esquema fatorial 3X4. Os tratamentos constituíram-se da combinação de três espécies de palma forrageira (Gigante, Redonda e Miúda), e quatro densidades de plantas (10.000, 20.000, 40.000 e 80.000 plantas.ha⁻¹) com três repetições, totalizando 12 tratamentos.

O espaçamento entre linhas de plantio foi de 2,0 m. Cada densidade de plantio teve três linhas de plantas com 5,0 m de comprimento totalizando uma área experimental de 30 m², sendo considerada como área útil à linha central, desprezando 0,5 m nas extremidades da mesma. Nas densidades 10.000, 20.000, 40.000 e 80.000 plantas.ha⁻¹ os espaçamentos entre plantas na linha de plantio foram 50 cm, 25 cm, 12,5cm e 6,25cm.

A área experimental foi preparada em setembro de 2009, 30 dias de antecedência do plantio, com o seguinte manejo: aração seguida de duas gradagens. Posteriormente, foram abertos sulcos com 30 cm de largura por 30 cm de profundidade. O material vegetal utilizado para o plantio foi coletado em plantio convencional. Foram utilizados cladódios intermediários (nem da base, nem dos extremos da planta), grandes, viçosos e livres de manchas e da presença de sinais de pragas ou doenças. Os cladódios com dois a três anos de idade, segundo Tápia (1983) e Farias et al. (2005), são os mais recomendados por emitirem brotações mais vigorosas. Após o corte no campo, o material foi colocado em repouso, à sombra, por um período de quinze dias, para cicatrização. Esse processo de cura ocorreu para impedir a entrada de microrganismos evitando, por consequente, o apodrecimento das raquetes inertes, pelo contato direto com a água, fenômeno comum no período chuvoso.

A adubação foi aplicada nos sulcos com 30 dias de antecedência do plantio, aplicando-se 10 t.ha^{-1} de esterco de ovinos e 250 kg.ha^{-1} da fórmula 8-28-16, na forma de uréia, super fosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente, conforme recomendação para esta cultura, após coleta e análise de solo. O plantio foi efetuado com os cladódios colocados seguidos dentro dos sulcos, enterrados dois terços na base, para garantir a firmeza, na posição vertical, com as faces no sentido leste/oeste, espaçados de acordo com os tratamentos testados. Seis meses após o plantio, foi realizada uma adubação de cobertura com uréia, na dosagem de $100 \text{ Kg de N.ha}^{-1}$.

Aos 24 meses após o plantio foi mensurada a altura das plantas com uso de fita métrica considerando a distância entre o solo e o ápice da planta e realizada a contagem do número de cladódios. Foi realizado o corte de três plantas de palma na área útil experimental sendo coletados todos os cladódios (artículos), mantendo apenas o artigo basal. Estas plantas foram pesadas individualmente para determinação da produção de massa verde por planta e em seguida encaminhadas ao laboratório. Para as medições de largura e comprimento dos artigos foi utilizada a fita métrica, considerando-se a região de maior largura (parte central) e comprimento do artigo (distância entre inserções ou extremidades). Para avaliar a espessura do cladódio foi utilizado o paquímetro considerando a mesma região onde foi realizada a medida da largura.

O peso médio dos cladódios foi calculado pela divisão da produção por planta pelo número de cladódios por planta. Foram retiradas subamostras dos cladódios de cada tratamento, sendo estas identificadas, pesadas e pré-secas em estufas de ventilação forçada a $55 \text{ }^\circ\text{C}$ por 72h.

Após pré-secagem as amostras foram moídas em moinho de faca a 1 mm e devidamente acondicionadas em potes plásticos, para posterior análise de composição química. No laboratório de nutrição animal do departamento de Zootecnia da UFS foram analisados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), de acordo com metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002) e fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), celulose (CEL), lignina (LIG), segundo o método de Van Soest (1991); proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) segundo metodologia descrita por Licitra et al. (1996).

Para estimativa dos carboidratos totais (CHT) foi utilizada a equação proposta por Sniffen et al. (1992): $CHT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ e, para estimativa dos carboidratos-não-fibrosos (CNF), foi utilizada a equação preconizada por Hall et al. (2000): $CNF = \%CHT - \%FDNC_{cp}$, onde a FDN foi corrigida para cinza e proteína (FDN_{cp}). O NDT foi estimado através da equação preconizada pelo NRC (2001): $NDT (\%) = PBD + 2,25 EED + CNFD + FDND - 7$ e pela equação proposta por Capelle et al. (2001): $NDT = 83,79 - 0,4171FDN$.

De posse dos dados de produção de massa verde e massa seca por planta, determinou-se a produtividade de massa verde e massa seca por hectare em razão da multiplicação do número de plantas por hectare pelos valores médios de massa verde e seca da planta. E pela diferença entre ambos obteve-se o acúmulo de água por hectare contido na palma.

Os dados foram analisados segundo o procedimento GLM do pacote estatístico SAS® (Statistical Analysis System), sendo utilizado o PROC MIXED na análise de variância. As variáveis qualitativas foram submetidas à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Já as variáveis quantitativas foram analisadas com regressão. Quando constatado interação entre as variáveis qualitativas e quantitativas foi realizado desdobramento da interação dentro de cada tratamento qualitativo adota-se anova e posteriormente regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos para número de cladódios por planta (NCP), comprimento, largura, espessura de cladódios e altura de planta estão apresentados na Tabela 2. Na qual se observa efeito significativo ($P < 0,005$) de espécies para tais variáveis e da

densidade de plantio apenas para número de cladódios por planta, comprimento e largura de cladódio. Constatou-se que a palma miúda apresentou maior número de cladódios por planta e os menores valores de comprimento, largura e espessura. Enquanto a gigante apresentou o maior comprimento médio de cladódio e a redonda maior largura média de cladódio, ambas diferindo das demais, respectivamente. Os menores valores de comprimento, largura e espessura dos cladódios e maior número de cladódios por planta, verificados na palma Miúda, podem ser explicados por as plantas pertencentes ao gênero *Nopalea* sp. apresentarem cladódios menores em comparação aos do gênero *Opuntia* sp.

Tabela 2. Média de cladódios por planta (NCP), comprimento, largura, espessura de cladódio e altura de plantas da palma forrageira cultivadas em diferentes densidades (DE) de plantio

Table 2. Average cladodes per plant (NCP), length, width, thickness and height cladodes of the cactus pear plants grown at different densities (DE) planting

Tratamentos	NCP	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Espessura (cm)	Altura (m)
Gigante	17,00 b	31,20 a	15,96 b	2,92 a	1,27 a
Redonda	15,92 b	25,68 b	18,55 a	2,46 b	0,97 b
Miúda	81,50 a	22,02 c	9,55 c	2,32 b	1,10 b
----- Valor de F -----					
Espécies	39,37**	76,45**	173,61**	27,19**	10,98**
Densidades	5,22**	4,32*	3,84*	2,37 ^{ns}	1,37 ^{ns}
C x DE	2,23 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,98 ^{ns}	4,4 ^{1ns}	0,37 ^{ns}
C.V. (%)	54,36	6,96	8,29	8,18	14,03

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5%

**, * e ns, significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente

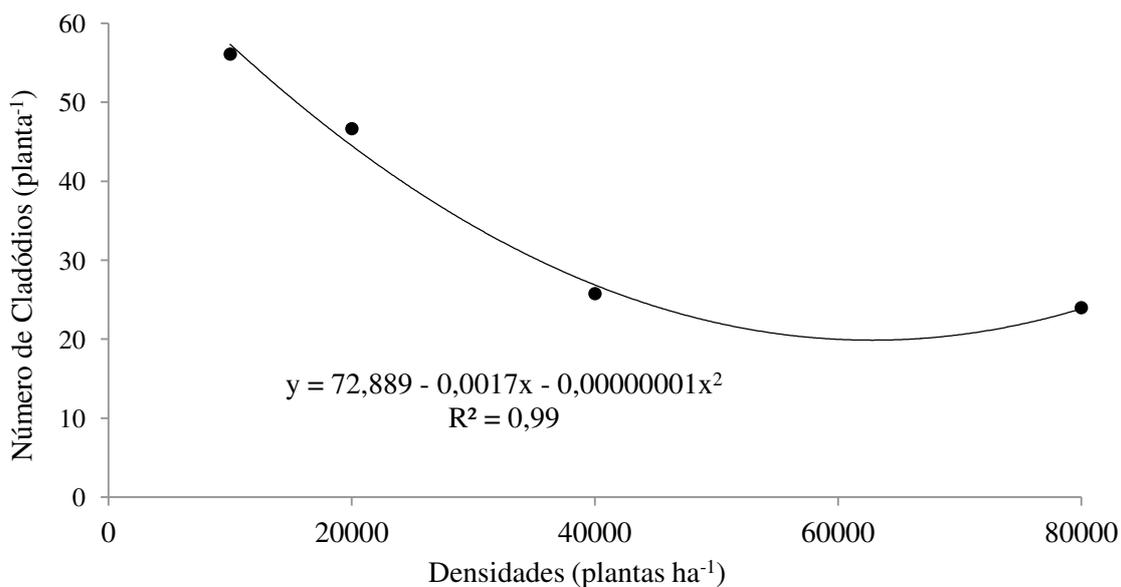


Figura 2. Número médio de cladódios por planta de palma forrageira Gigante, Redonda e Miúda, em diferentes densidades de plantio

Figure 2. Average number of cladodes per plant of forage Giant Round and Tiny, in different planting densities

Para o número de cladódios por planta (Figura 2), observa-se uma resposta negativa e quadrática, isso porque com aumento da população de plantas houve uma maior competição entre as mesmas por espaço, com isso houve uma redução na emissão de cladódios, sendo que as plantas adotaram um crescimento vertical em detrimento ao crescimento horizontal.

Comportamento semelhante e que corrobora para tal explicação é que também houve uma redução no comprimento e largura de cladódios com o aumento da densidade de plantio, como pode ser constatado nas Figuras 3 e 4, respectivamente. Além de reduzir a quantidade de cladódios emitidos por planta, a elevação na densidade de plantas também proporciona uma redução no tamanho dos mesmos. A maior população de plantas eleva a competitividade das plantas por nutrientes e interceptação luminosa.

O adensamento faz com que a planta emita novos brotos verticais uma vez que não houve espaço para que estes sejam emitidos lateralmente. Por outro lado os cladódios não conseguiram se desenvolver devido à sobreposição. Como a planta necessita crescer ela acaba emitindo novos cladódios, sempre orientados verticalmente. Para tanto, o número e tamanho de cladódios por planta diminui, pois passam a ser emitidos apenas na vertical.

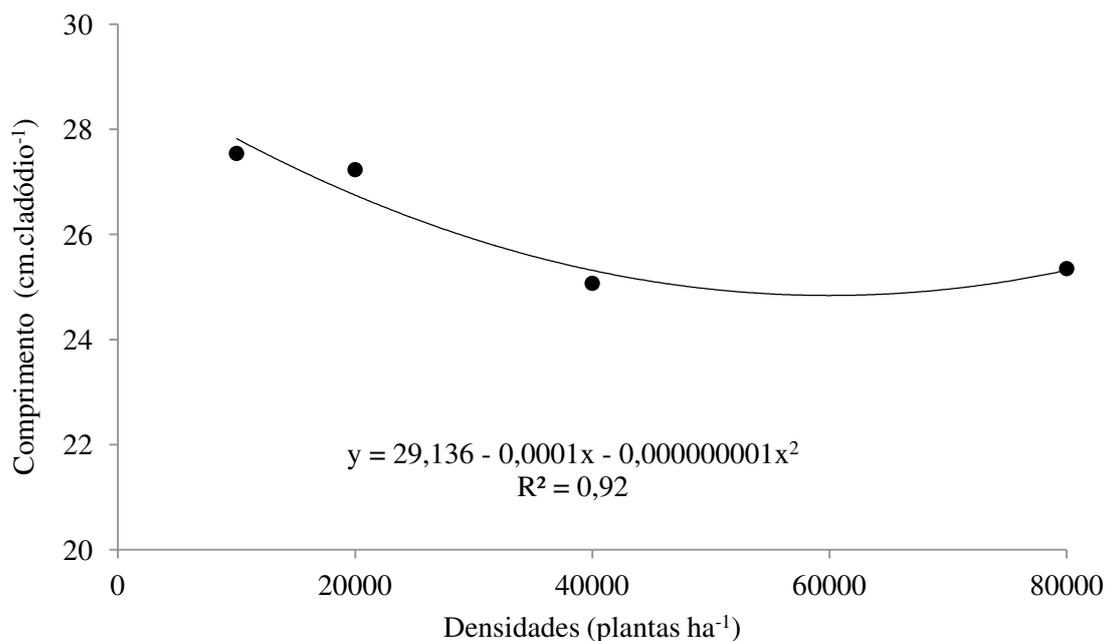


Figura 3. Comprimento médio de cladódios de palma forrageira Gigante, Redonda e Miúda em diferentes densidades de plantio

Figure 3. Average length of cactus pear cladodes Giant and Tiny Round at different planting densities

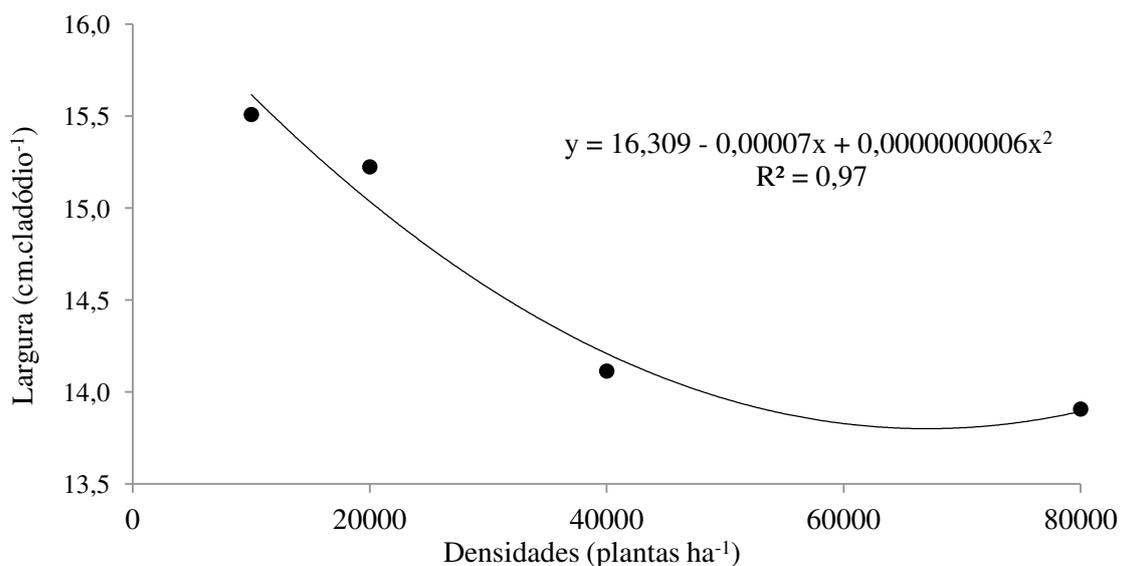


Figura 4. Largura média de cladódios de palma forrageira Gigante, Redonda e Miúda em diferentes densidades de plantio

Figure 4. Average width of cactus pear cladodes Giant and Tiny Round at different planting densities

Os resultados da análise de variância referentes às variáveis: peso verde de cladódio, produtividade, peso seco de cladódio e produtividade de massa seca estão contidos na Tabela 3. Os valores de peso verde e seco de cladódio e produtividade de massa seca apresentaram efeito da espécie de palma ($P < 0,05$). Apenas a produtividade de massa verde (PMV) e seca (PMS) apresentaram efeito para densidade ($P < 0,05$).

Tabela 3. Valores médios do peso verde de cladódio (g), produtividade da matéria verde (t/ha/2anos), peso seco de cladódio (g) e produtividade da matéria seca (t/ha/2anos) da palma forrageira em diferentes densidades de plantio (DE)

Table 3. Mean values of the green weight of cladodes (g), productivity of green matter (t/ha/2anos), dry weight of cladodes (g) and dry matter yield (t/ha/2anos) of cactus pear in different planting densities (DE)

Tratamentos	PVcladódio (g)	Produtividade (MV)	PScladódio (g)	Produtividade (MS)
Gigante	731,74 a	379,83	46,12 a	24,07 b
Redonda	829,08 a	392,83	50,31 a	23,32 b
Miúda	223,00 b	480,17	17,68 b	37,52 a
----- Valor de F -----				
Espécies	22,85**	1,37 ^{ns}	16,98**	5,46*
Densidades	1,06 ^{ns}	13,70**	0,73 ^{ns}	10,29**
C x DE	1,28 ^{ns} 1	,55 ^{ns}	1,40 ^{ns}	1,28 ^{ns}
C.V. (%)	39,67	38,82	39,24	41,88

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5%

**, * e ns, significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente

Por apresentar um maior porte a palma gigante apresenta cladódios maiores e mais pesados, porém em menor quantidade quando comparado com a palma miúda por isso esta apresenta maior produtividade de massa verde (PMV).

A palma Miúda apresentou o maior valor de produtividade de massa seca, pois seus cladódios são menores, mais leves, e proporcionalmente comparados com os da gigante e redonda possuem menos água. No entanto, a palma miúda apresenta um número maior de cladódios por planta em relação à gigante e redonda por isso maior produtividade de massa seca.

Observa-se nas Figuras 5 e 6 uma resposta positiva e quadrática para as variáveis: produtividade de MV e MS. O aumento da produtividade de massa verde e seca nas maiores densidades de plantio da palma forrageira está diretamente relacionado ao aumento do número de plantas por hectare, uma vez que os números de cladódios por planta e tamanho destes cladódios diminuíram com o aumento das densidades.

O aumento da produtividade de MS nas maiores densidades de plantio está diretamente relacionado ao aumento de produtividade de massa verde.

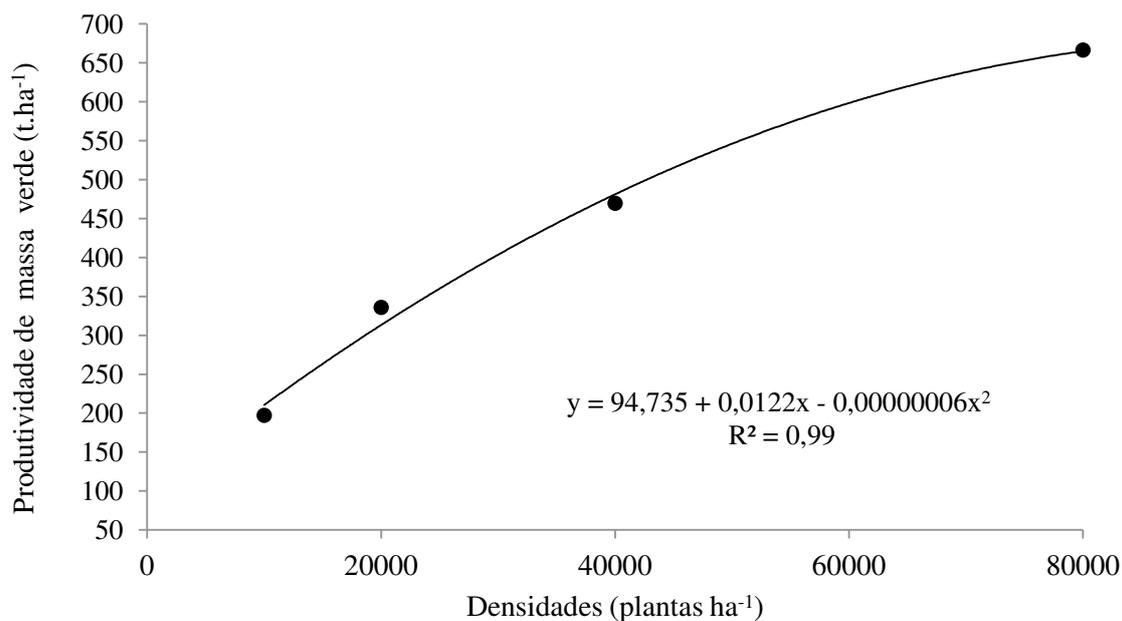


Figura 5. Produtividade de massa verde de palma forrageira Gigante, Redonda e Miúda em diferentes densidades de plantio

Figure 5. Productivity of green mass of forage Giant and Tiny Round at different planting densities

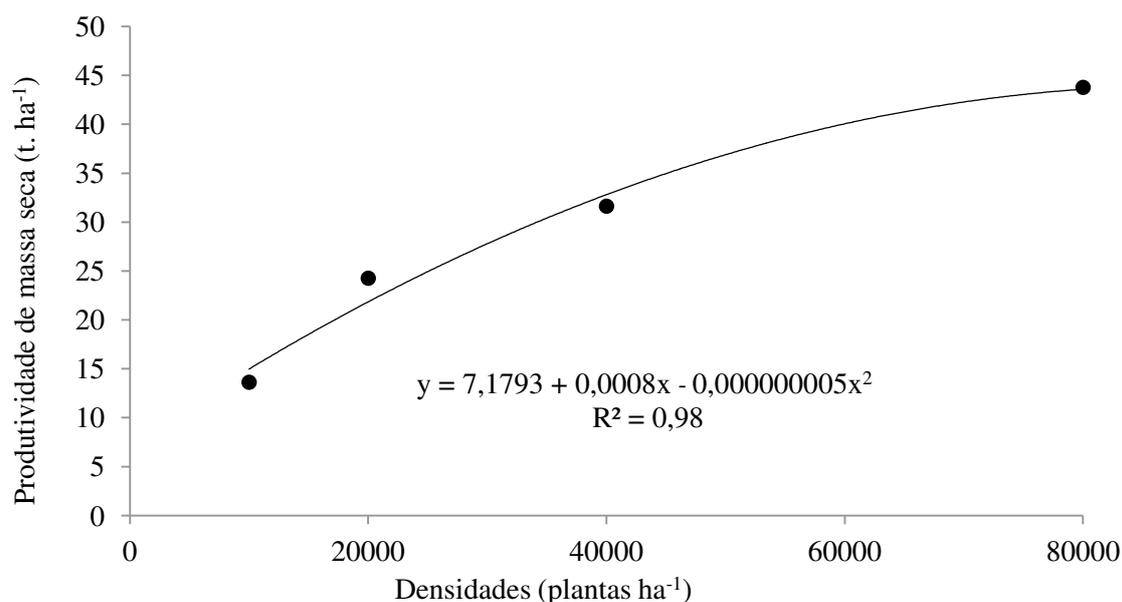


Figura 6. Produtividade de massa seca de palma forrageira Gigante, Redonda e Miúda em diferentes densidades de plantio

Figure 6. Production of dry mass of forage Giant and Tiny Round at different planting densities

Os resultados da análise de variância para as variáveis matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente ácido corrigido para cinza e proteína (FDAcp), lignina, proteína indigestível em detergente ácido (PIDA_{%PB}), proteína indigestível em detergente ácido da MS (PIDA_{%MS}), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (FDNcp), hemicelulose,

celulose, proteína indigestível em detergente neutro (PIDN_{%MS}) e proteína indigestível em detergente neutro (PIDN_{%PB}) estão contidos na Tabela 4.

Tabela 4. Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente ácido (FDA), FDA corrigida para cinza e proteína (FDAcp), lignina, proteína indigestível em detergente ácido (PIDA_{%PB}), proteína indigestível em detergente ácido da MS (PIDA_{%MS}), fibra em detergente neutro (FDN), FDN corrigida para cinza e proteína (FDNcp), hemicelulose, celulose, proteína indigestível em detergente neutro (PIDN_{%PB}) e proteína indigestível em detergente neutro da MS (PIDN_{%MS}) da palma forrageira em diferentes densidades de plantio (DE)

Table 4. Dry matter (DM), mineral matter (MM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), acid detergent fiber (ADF), ADF corrected for ash and protein (FDAcp), lignin, protein indigestible acid detergent (PIDA_{%CP}), protein indigestible acid detergent DM (PIDA_{%DM}), neutral detergent fiber (NDF), NDF corrected for ash and protein (NDFcp), hemicellulose, cellulose, protein indigestible detergent neutral (PIDN_{%CP}) and protein indigestible neutral detergent DM (PIDN_{%DM}) of cactus pear in different planting densities (DE)

%	Tratamentos			Valores de F			
	Gigante	Redonda	Miúda	Espécies	Densidades	E x DE	CV (%)
MS	6,37 b	6,07 b	7,76 a	15,88**	0,62 ^{ns}	0,38 ^{ns}	11,66
MM	15,94 b	17,75 a	17,53 b	7,53**	0,29 ^{ns}	1,61 ^{ns}	7,33
MO	84,07 a	82,25 b	82,48 b	7,52**	0,29 ^{ns}	1,61 ^{ns}	1,51
PB	5,42 a	5,21 a	4,31 b	9,64**	1,22 ^{ns}	1,14 ^{ns}	13,22
EE	2,98	3,20	3,09	0,29 ^{ns}	1,28 ^{ns}	2,25 ^{ns}	22,78
FDA	20,93	19,32	19,97	0,60 ^{ns}	0,10 ^{ns}	1,75 ^{ns}	18,07
FDAcp	18,39	17,34	18,48	0,39 ^{ns}	0,11 ^{ns}	2,07 ^{ns}	19,43
Lignina	5,26 b	5,30 b	3,57 a	7,18**	3,34*	4,36 ^{ns}	27,01
PIDA _{%PB}	18,06	13,62	14,05	2,42 ^{ns}	0,37 ^{ns}	1,09 ^{ns}	35,79
PIDA _{%MS}	0,92	0,85	0,60	2,91 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,83 ^{ns}	43,16
FDN	28,30	27,05	32,81	2,92 ^{ns}	1,15 ^{ns}	0,84 ^{ns}	20,88
FDNcp	22,05	19,18	24,30	2,24 ^{ns}	1,51 ^{ns}	0,73 ^{ns}	27,17
HEM	7,38	7,73	12,84	2,24 ^{ns}	0,61 ^{ns}	1,29 ^{ns}	75,90
CEL	15,67	14,02	16,40	1,25 ^{ns}	0,53 ^{ns}	1,20 ^{ns}	24,60
PIDN _{%MS}	1,61 a	0,53 b	1,02 ab	4,37*	0,42 ^{ns}	0,39 ^{ns}	85,57
PIDN _{%PB}	27,30 a	4,43 b	20,62 a	11,14**	0,82 ^{ns}	0,87 ^{ns}	69,92

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5%

** , * e ns, significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente

Pode-se constatar efeito significativo de espécie apenas para MS, MM, MO, PB, Lignina, PIDN_{%MS} e PIDN_{%PB} (P<0,05). A palma Miúda apresentou maior valor médio de MS em relação às palmas Gigante e Redonda. A cultivar redonda apresentou maior valor médio de MM em relação à Miúda e Gigante. E a palma Gigante apresentou o

maior valor de MO em relação à Miúda e Redonda. O maior valor de MS da palma Miúda corrobora com o menor tamanho de seus cladódios, que apresentam menor acúmulo de água. Por apresentarem cladódios maiores e mais estruturados as cultivares redonda e gigante apresentaram maiores valores de matéria mineral e orgânica.

O menor valor de PB encontrado na palma Miúda deve-se a diluição deste nutriente pelo número de cladódios por planta maior em relação à Gigante e Redonda, ou seja, a palma Miúda apresentou uma produtividade muito maior, portanto, esta quantidade de PB menor é equivalente a presente nas demais devido a maior quantidade de MS produzida. Portanto, numa mesma área de palma Gigante, Redonda e Miúda tem-se proporcionalmente a mesma quantidade de PB, no entanto esta última apresenta maior produtividade.

A lignina apresentou efeito significativo de espécie e densidade ($P < 0,05$). A proteína indigestível em detergente neutro ($PIDN_{\%MS}$) e proteína indigestível em detergente neutro ($PIDN_{\%PB}$) apresentaram efeito para espécie ($P < 0,05$). A palma Gigante apresentou o maior valor de lignina, seguida pela Redonda e Miúda, respectivamente. Cada tecido possui composição física e química diretamente relacionada com sua estrutura na planta; por exemplo, tecidos de sustentação devem ser densamente agrupados, espessados e lignificados. Já um tecido especializado para realizar a fotossíntese deve possuir células com parede delgada e não-lignificada (Valente et al., 2011).

Por isso, como as plantas do gênero *Opuntia* sp. apresentam o porte mais elevado e cladódios maiores, portanto são mais desenvolvidas e bem estruturadas, conseqüentemente apresentam tecidos mais lignificados. Por apresentar os maiores teores de celulose e hemicelulose a palma Miúda apresentou o menor teor de $PIDA_{\%MS}$, ou seja, a proteína que esta indisponível por estar ligada a fração indigestível, desta forma não sendo assimilada pelo ruminante.

Dessa forma, mesmo apresentando uma menor quantidade de PB, proporcionalmente, esta é mais disponível pelos ruminantes que na palma Gigante e Redonda. Já as palmas Gigante e Redonda apresentam menores porcentagens de frações solúveis em detergente neutro e maior presença de lignina compondo seus carboidratos estruturais. Conseqüentemente, estas frações complexam-se com a proteína tornando-a indigestível.

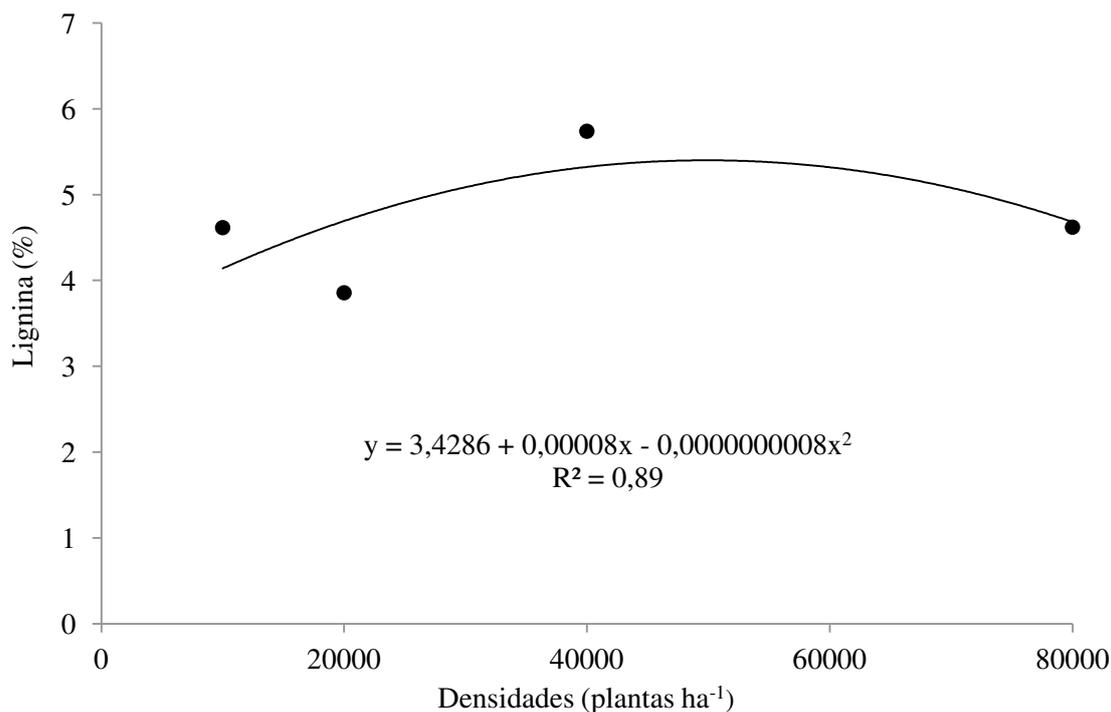


Figura 7. Teor de lignina de palma forrageira Gigante, Redonda e Miúda em diferentes densidades de plantio

Figure 7. Lignin content of forage Giant and Tiny Round at different planting densities

Na Figura 7, observa-se uma resposta positiva e quadrática ao aumento de densidades para a variável lignina. Como o aumento da densidade de plantio a planta tende a diminuir a quantidade de cladódios emitidos e seus tamanhos, porém ela continua crescendo de forma ereta em detrimento ao crescimento lateral, principalmente em busca de luminosidade.

Este alongamento das células ao invés da divisão proporciona uma maior estruturação dos tecidos. No entanto, quando essa população ultrapassa as 40.000 plantas.ha⁻¹ o teor de lignina diminui, pois a competição por nutrientes e luminosidade entre plantas torna-se tão elevada que as plantas não conseguem alongar seus tecidos, e consequentemente seus cladódios menores vão apresentar lignificação menor.

A variável carboidratos totais (CHOT) apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) para espécies (Tabela 5). A palma Gigante apresentou o maior valor de carboidratos totais e maior valor de carboidratos não-fibrosos. O alto teor de carboidratos totais na palma forrageira encontrados na Tabela 5 é próximo ao de concentrados geralmente utilizados na formulação de dietas para ruminantes, como milho, farelo de soja, farelo de mandioca dentre outros.

TABELA 5. Teores de carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF), carboidratos não fibrosos corrigidos para cinza e proteína (CNFcp), nutrientes digestíveis totais (NDT_{NRC}) e nutrientes digestíveis totais ($NDT_{CAPELLE}$) da palma forrageira em diferentes densidades de plantio (DE)

Table 5. Total carbohydrates (TC), non-fiber carbohydrates (NFC), non-fibrous carbohydrates corrected for ash and protein (CNFcp), total digestible nutrients (NDT_{NRC}) and total digestible nutrients ($NDT_{CAPELLE}$) of cactus pear in different planting densities (DE)

Tratamentos	CHOT	CNF	CNFcp	NDT	
				NRC	CAPELLE
Gigante	75,67 a	47,37	53,62	56,87	71,99
Redonda	73,84 b	46,79	54,66	55,96	72,51
Miúda	75,08 ab	42,27	50,78	57,33	70,11
----- Valor de F -----					
Espécies	3,60*	2,64 ^{ns}	1,26 ^{ns}	0,63 ^{ns}	2,92 ^{ns}
Densidades	1,20 ^{ns}	0,96 ^{ns}	1,18 ^{ns}	0,96 ^{ns}	1,15 ^{ns}
C x DE	2,24 ^{ns}	1,51 ^{ns}	1,17 ^{ns}	1,80 ^{ns}	0,84 ^{ns}
C.V. (%)	2,28	13,09	11,68	5,36	3,58

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5%

**, * e ns, significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente

Wanderlley et al. (2012), encontrou valores semelhantes de carboidratos totais entre a palma e silagem de sorgo, 84,13 e 84,14 %, respectivamente. No entanto, devido ao baixo teor de FDN, o valor de CNF da palma forrageira foi bem superior, apresentando 50,05%, enquanto a silagem de sorgo apresentou 19,16%. Portanto, existe a necessidade de corrigir o déficit de FDN através de fontes de fibra fisicamente efetivas, desta forma sendo necessária a associação da palma a alimentos com alto teor de fibra efetiva.

A quantidade de nutrientes presentes por hectare de palma para diferentes cultivares densidades está representada na Tabela 6. As variáveis nutrientes totais por hectare pelo NRC ($NDTha^{-1}_{NRC}$) e segundo Capelle ($NDTha^{-1}_{CAPELLE}$), respectivamente, apresentaram efeito significativo para espécie de palma forrageira e densidade de plantio. E as variáveis água e proteína bruta por hectare apresentaram efeito significativo apenas para densidade de plantio. A palma miúda apresentou maiores $NDTha^{-1}_{NRC}$ e $NDTha^{-1}_{CAPELLE}$ porque apresenta o maior teor de matéria seca.

TABELA 6. Disponibilidade de água (tH₂O.ha⁻¹/2anos), proteína bruta por hectare (tPB.ha⁻¹/2anos), nutrientes digestíveis totais por hectare segundo NRC (tNDT.ha⁻¹/2anos), e nutrientes digestíveis totais por hectare segundo Capelle (tNDTha⁻¹/2anos) da palma forrageira em diferentes densidades de plantio (DE)

Table 6. Water availability (tH₂O.ha⁻¹/2anos), crude protein per hectare (tPB.ha⁻¹/2anos), total digestible nutrients per hectare second NRC (tNDT.ha⁻¹/2anos), and total digestible nutrients per hectare second Capelle (tNDTha⁻¹/2anos) of cactus pear in different planting densities (DE)

Tratamentos	H ₂ O tH ₂ O.ha ⁻¹ /2anos	PB tPB.ha ⁻¹ /2anos	NDT _{NRC} tNDT.ha ⁻¹ /2anos	NDT _{CAPELLE} tNDTha ⁻¹
Gigante	355,26	1,31	13,88 b	17,39 b
Redonda	369,26	1,26	12,99 b	16,82 b
Miúda	442,65	1,66	21,48 a	24,41 a
----- Valor de F -----				
Espécies	1,16 ^{ns}	1,24 ^{ns}	5,54*	4,82*
Densidades	13,85**	9,88**	9,42**	10,31**
C x DE	1,56 ^{ns}	0,88 ^{ns}	1,48 ^{ns}	1,27 ^{ns}
C.V. (%)	38,79	48,14	42,63	41,98

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste Tukey a 5%

** , * e ns, significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente

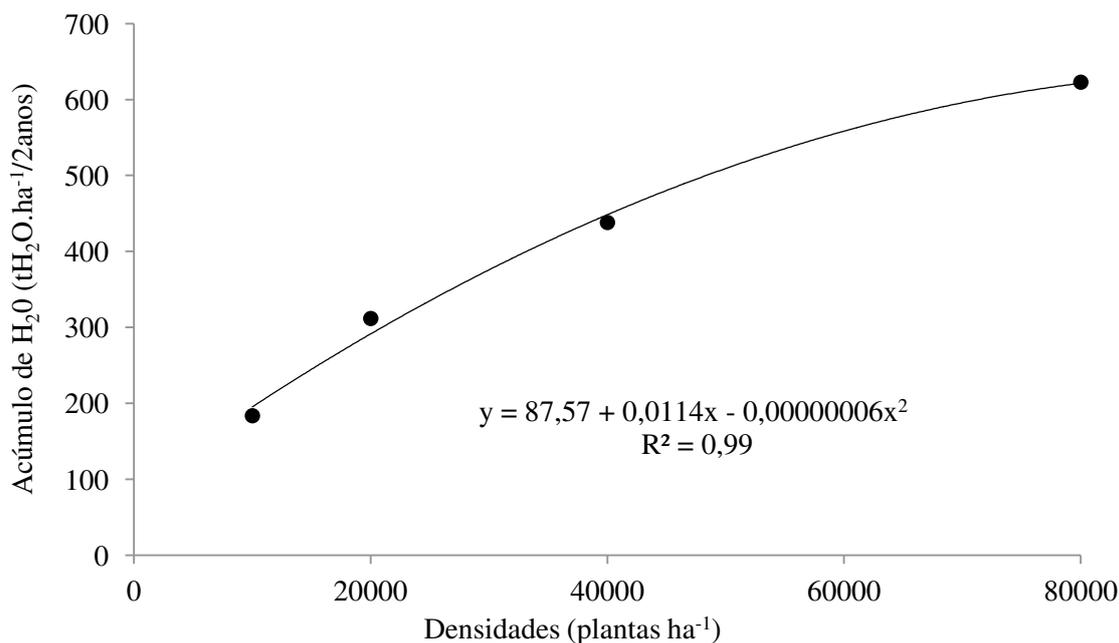


Figura 8. Acúmulo de água por hectare de palma forrageira Gigante, Redonda e Miúda em diferentes densidades de plantio

Figure 8. Accumulation of water per hectare of forage Giant and Tiny Round at different planting densities

A quantidade de água por hectare está diretamente relacionada com a produtividade de massa verde e apresentou uma resposta positiva e quadrática para o aumento da densidade de plantio (Figura 8). Apesar do baixo teor de matéria seca verificado na

palma forrageira, os altos valores na quantidade de água disponível por hectare é um fator interessante nas regiões semiáridas nos períodos de estiagem e falta de água, onde a palma pode servir como uma rica reserva deste nutriente para os animais via alimento.

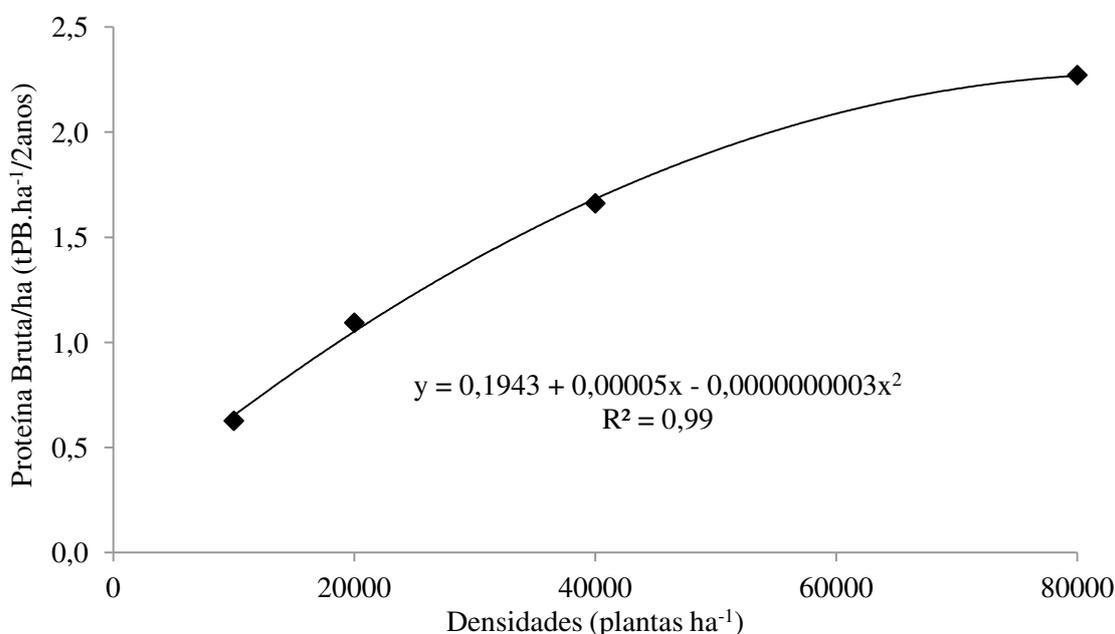


Figura 9. Proteína bruta por hectare de palma forrageira Gigante, Redonda e Miúda, em diferentes densidades de plantio

Figure 9. Crude protein per hectare of forage Giant Round and Tiny, in different densities

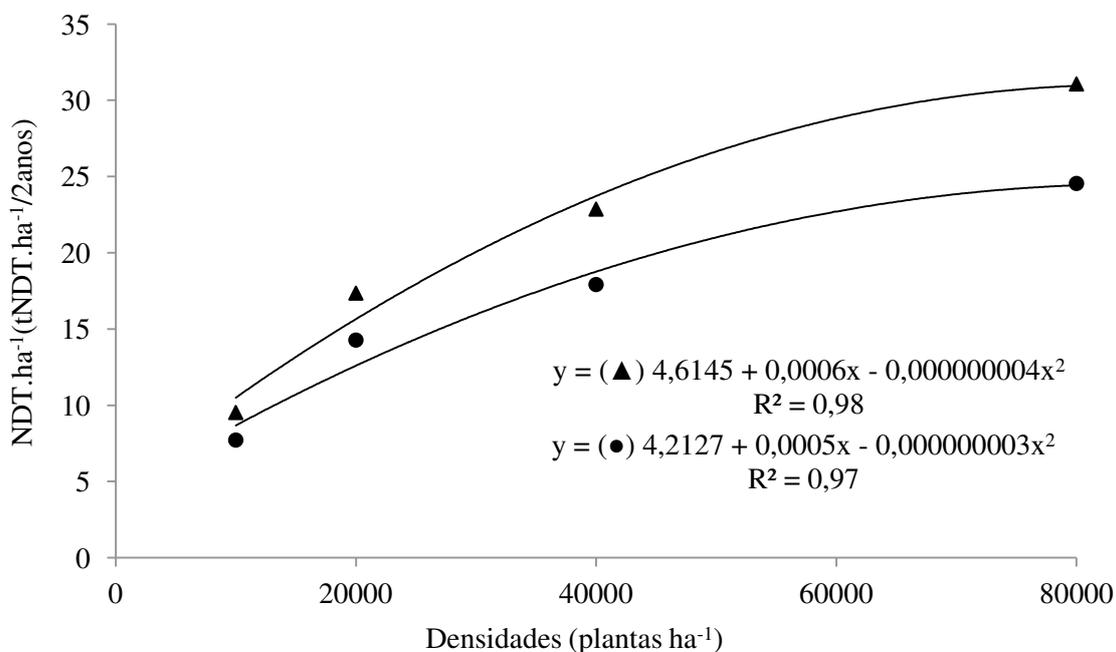


Figura 10. Nutrientes digestíveis totais segundo NRC (●) e Capelle (▲) por hectare de palma forrageira Gigante, Redonda e Miúda em diferentes densidades de plantio

Figure 10. TDN second NRC (●) and Capelle (▲) per hectare of forage Giant and Tiny Round at different planting densities

As variáveis proteína bruta e nutrientes totais por hectare, figuras 9 e 10, respectivamente, apresentaram uma resposta positiva e quadrática para o aumento da densidade de plantio da palma forrageira. Uma vez que a produtividade massa seca elevou-se em decorrência do aumento da densidade de plantio a quantidade dos nutrientes presentes por hectare do palmar também. Portanto mesmo não existindo diferenças significativas em termos de composição química entre as espécies a quantidade de nutrientes por hectare elevou-se nas maiores populações de plantas.

Além disso, observa-se na figura 10, que as curvas de resposta para o aumento da densidade de plantio para nutrientes totais por hectare segundo NRC (2001), ($NDTha^{-1}_{NRC}$), e de acordo com Capelle et al. (2001), ($NDTha^{-1}_{CAPELLE}$), foram semelhantes. No entanto, o cálculo do primeiro requer os valores de (PB), (EE), (CNF) e da (FDN), enquanto segundo Capelle et al. (2001), é necessário apenas o valor da FDN, o que facilita a obtenção dos valores de NDT em trabalhos futuros.

CONCLUSÕES

As espécies de palma forrageira apresentaram comportamentos diferentes quanto à morfometria, produtividade e composição química e independente da espécie o plantio adensado eleva a produtividade e proporciona maior acúmulo de água e nutrientes por hectare\2 anos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Capelle, E. R.; Valadares Filho, S. C.; Silva, J. F. C. et al. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. Revista Brasileira de Zootecnia, v.30, p.1837-1856, 2001.

Cavalcante, N. de B.; Resende, G. M. de. Consumo do xiquexique (*Pilocereus gounellei* (A. weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl) por caprinos no semiárido da Bahia. Revista Caatinga, v. 20, n. 1, p. 22-27, 2007.

Chiacchio, F. P. B., Mesquita, A. S., Santos, J. R. Palma forrageira uma oportunidade econômica ainda desperdiçada para o Semiárido baiano. Bahia Agrícola, v.7, n.3, P.39-49. 2006.

Dubeux Júnior, J. C. B.; Santos, M. V. F. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: Menezes, S.C.R.; Simões, D.A.; Sampaio, E.V.S.B. (Eds). A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005. 258 p.

Dubeux Júnior, J. C. B.; Araújo Filho, J. T.; Santos, M. V. F. et al. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira Clone IPA-20. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 5, p.129-135, 2010.

Farias, I.; Santos, D.C.; Dubeux Júnior, J.C.B. Estabelecimento e manejo da palma forrageira. In: Menezes, S.C.R.; Simões, D.A.; Sampaio, E.V.S.B. (Eds). *A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso*. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005. 258 p.

Ferreira, C. A.; Ferreira, R. L. C.; Santos, D. C.; et al. Utilização de técnicas multivariadas na avaliação da divergência genética entre clones de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 32, n.6, 2006.

Ferreira, M.A.; Pessoa, R.A.S.; Silva, F.M. Utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. In: *I Congresso Brasileiro de Nutrição Animal. Anais... 21 a 24 de setembro de 2008, Fortaleza, Ceará. 2008.*

Hall, M.B. *Neutral detergent-soluble carbohydrates: nutritional relevance and analysis, a laboratory manual*. Gainesville: University of Florida, 2000. (Extension Bulletin, 339).

Licitra G.; Hernandez T. M.; Van Soest P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, v.57, n. 4, p. 347-358. 1996.

Lira, M. A.; Santos, M. V. F.; Dubeux, J. C. B.; Farias, I.; Cunha, M.V.; Santos, D.C. Meio século de pesquisa com a palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) - ênfase em manejo. In: Guim, A.; Verás, A. S. C.; Santos, M. V. F. In: *Zootec*, 4., 2006, Recife. Anais... Recife: ABZ, 2006. CD Rom.

National Research Council - NRC. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7.rev.ed. Washington D.C.: National Academy Press, 2001. 360p.

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*. 1. ed. Recife: Editora da UFPE, 2005. p. 143-162.

Sniffen, C.J.; O`connor, J.D.; Van Soest, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, v.70, p.3562-3577, 1992.

Romo, M.M.; Estrada, G.T.; Haro, I.M.; Solis, I.C.; Cruz-Vázquez, C. Digestibilidad in situ de dietas com harina de nopal deshidratado conteniendo um preparado de enzimas fibrolíticas exógenas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, n. 7, p. 1173-1177, 2006.

Silva, D. J., Queiroz, A. C. de. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3ª ed. Viçosa-MG: UFV, 2002.

Tápia, C. C. *Cultivo da palma forrageira e figo da Índia*. Natal: EMPARN, 1983. 41p. (EMPARN. Boletim técnico 141).

Teles, M. M.; Santos, M. V. F. dos; Dubeux Júnior, J. C. B.; Lira, M. de A.; Ferreira, R. L. C.; Bezerra Neto, E.; Farias, I. Efeito da adubação e do uso de nematicida na composição química da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 6, p. 1992-1998, 2004.

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

Valente T. N. P., Lima, E. da S., Henriques, L. T., Neto, O. R. M., Gomes, D. I., Sampaio, C. B. Costa, V. A. C. Anatomia de plantas forrageiras e a disponibilidade de nutrientes para ruminantes. *Veterinária e Zootecnia*. v.18, n.3, p.347-358, 2011.

Van Soest, P. J.; Robertson, J. B.; Lewis, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, v.74, p.3583-3597, 1991.

Wanderley, W. L.; Ferreira, M.; Batista, A. M. V.; Vêras, A S C; Bispo, S V; Silva, F. M. da; Santos V. L. F. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em ovinos recebendo silagens e fenos em associação à palma forrageira. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v.13, n.2, p.444-456 abr./jun., 2012.