



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

**Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de  
Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de  
corte no semiárido pernambucano**

SILVANIA OLIVEIRA DE AMORIM  
Zootecnista

RECIFE-PE  
AGOSTO 2015

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

**Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- graduação em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Zootecnia, na área de concentração em Forragicultura.

**Orientador:** Prof. Mario de Andrade Lira

**Co-orientadores:** Prof.<sup>a</sup> Mércia Virginia Ferreira dos Santos

Prof. Alexandre Carneiro Leão de Mello.

RECIFE – PE

AGOSTO 2015

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

**Ficha Catalográfica**

**Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Setorial UFRPE**

**Ficha Catalográfica**

A524c Amorim, Sylvania Oliveira de.

Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano / Sylvania Oliveira de Amorim. -- Recife, 2015.

56 f. : il.

Orientador(a): Mário de Andrade Lira.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, Recife, 2015.

Referências.

1. Altura 2. Cladódios 3. IAC 4. Produção 5. Espaçamento

I. Lira, Mário de Andrade, orientador II. Título

CDD 639.54

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

SILVANIA OLIVEIRA DE AMORIM

**Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

Dissertação defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 31 de Agosto de 2015.

Orientador: \_\_\_\_\_

Prof. Mario de Andrade Lira

Instituto Agrônômico de Pernambuco - IPA / Universidade Federal Rural de

Pernambuco – UFRPE

IPA / Departamento de Zootecnia

**Comissão Examinadora:**

\_\_\_\_\_  
Prof. Márcio Vieira da Cunha

Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Departamento de Zootecnia

\_\_\_\_\_  
Pesq. Maria da Conceição Silva

Instituto Agrônômico de Pernambuco – IPA

RECIFE - PE

AGOSTO – 2015

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

***DEDICO***

*Aos meus Pais Ivete Amorim e Juvenal Amorim, pelo apoio, imenso amor, compreensão, paciência, incentivo e confiança. Exemplo de vida de coisas inexplicáveis. Eles são simplesmente meu tudo.*

***OFEREÇO***

*A Deus, pelo seu grandioso amor, que acima de tudo me sustentou pela sua mão me dando forças e coragem para prosseguir em momentos tão difíceis da minha vida me dando a VITÓRIA.*

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

**BIOGRAFIA**

Silvania Oliveira de Amorim, filha de Juvenal Correia de Amorim e Ivonete de Oliveira Amorim, nasceu no município Recife, Pernambuco, no dia 20 de Julho de 1983. Em março de 2007 ingressou na Universidade Federal Rural de Pernambuco no curso de Zootecnia. Foi aluna bolsista do Programa de Iniciação Científica nos anos de 2010 a 2012, tendo concluído sua graduação em Janeiro de 2013. Em março de 2013 ingressou no Programa de Pós-graduação - mestrado, na área de concentração em Forragicultura do curso de Zootecnia. No mês de novembro de 2013 passou no concurso da Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa) como Técnica em Saneamento Ambiental, concluindo o mestrado no segundo semestre de 2015.

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

**AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus por cada dia de vida concedido para lutar, por proporcionar momentos de realização e felicidades em minha vida, e por está concluindo o mestrado em Zootecnia na Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Aos meus pais (Ivonete de Oliveira Amorim e Juvenal Correia de Amorim) por terem me concebido a vida e me apoiarem em momentos difíceis da minha vida e no decorrer do curso com seus incentivos e palavras de conforto. Por terem abdicado de suas obrigações para me acompanhar e ajudar nas coletas de campo em Arcoverde. A todos os meus familiares que sempre me apoiaram e a minha avó Maria da Glória Rodrigues (*in memoriam*), pelo seu grande exemplo de vida que se estivesse conosco hoje estaria se alegrando comigo.

Aos meus pais adotivos, Mabel Vaz, por sempre acreditar na sua filhota e Genival Ferreira (*in memoriam*) pelo exemplo de vida, incentivos e conselhos para sempre buscar mais e nunca desistir.

A minha irmã e cunhado (Fabiana Amorim e Airton Cavalcanti) por me ajudarem em escolhas a serem feitas e pelo apoio.

Em especial a Cristiane Gomes Oliveira, Andrezza Rayanne, Valéria Apolinário, Leevna Franca, Priscila Cavalcanti, Jéssica Jordanny, Juliana Soares, Liliane Palhares, Joelma Freire, Valter Moura e Vagner Moura, pela contribuição recebida de forma direta em diferentes fases desta jornada.

Aos meus amigos da Zootecnia e cursos afins (Débora Nathália, Anidene Cristhina, Janete Moura, Toni Souza, Naligia Silva, Márcia Emanoela, Willames Nascimento, Diego Coêlho), pela contribuição direta ou indireta para realização desse trabalho e pelo apoio no decorrer do mestrado.

Aos amigos e companheiros de trabalho Francisco Vital e Paulo Gueiros, pelo apoio e carinho confiados a mim.

Aos amigos que não foram citados, mas que são muito especiais na minha vida, que me ajudaram muito de forma direta ou indireta no decorrer da minha Pós-graduação me dando o apoio e incentivo que precisava.

A todos os professores que contribuíram para minha formação, em especial Prof.<sup>a</sup> Mércia Virginia F. dos Santos que foi minha base para o meu desenvolvimento na

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

Iniciação Científica durante a graduação, ao Prof<sup>o</sup> José Carlos Batista Dubeux Júnior, dando a continuidade e a muitos outros professores que também marcaram minha trajetória.

Ao meu orientador Prof. Mário de Andrade Lira, pela oportunidade, ensinamentos, dedicação, preocupação e atenção em me ensinar todos os procedimentos para a realização e conclusão dessa dissertação com êxito.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Departamento de Zootecnia, por todas as oportunidades que pude desenvolver durante o curso.

Ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) de Arcoverde pelo apoio no desenvolvimento da pesquisa, em especial a Gilberto pela atenção irreparável, ao Djalma Santos e trabalhadores que contribuíram para coleta de dados do experimento.

À Banca Examinadora, que atenciosamente aceitou participar e contribuir para melhoria deste trabalho.

A todos que passaram pela minha vida acadêmica por contribuírem com meu crescimento profissional.

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

**SUMÁRIO**

LISTA DE TABELAS .....	10
LISTA DE FIGURAS .....	10
RESUMO GERAL .....	12
ABSTRACT .....	13
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	14
2. REFERÊNCIAS.....	18
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>22</b>
1. REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
1.1 Origem e importância da palma forrageira.....	23
1.2 Sistemas de cultivo e produtividade .....	24
1.3 Características morfológicas da palma forrageira .....	25
2. REFERÊNCIAS .....	27
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>31</b>
Efeitos da densidade de plantio e intensidade de corte sobre a produção e características morfológicas da palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana .....	32
Resumo .....	32
Abstract.....	33
1. Introdução.....	35
2. Material e Métodos.....	36
3. Resultados e discussão .....	39
4. Conclusão .....	53
5. Referências .....	53

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

**LISTA DE TABELAS**

**Tabela 1.** Características químicas do solo antes das atividades experimentais, em área com dois anos de cultivo de palma forrageira em diferentes densidades de plantio ..... 36

**Tabela 2.** Média da produção de matéria seca (PMS) sobre efeito da densidade do plantio e intensidade de corte ..... 52

**Tabela 3.** Média do índice de área do cladódio (IAC) sobre efeito da densidade do plantio e intensidade de corte ..... 52

**LISTA DE FIGURAS**

**Figura 1.** Precipitação pluvial (mm) observada durante o período experimental (setembro de 2013 a setembro de 2014) na Estação Experimental do IPA em Arcoverde-PE ..... 37

**Figura 2.** Altura da planta (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana / IPA 200016 (*Opuntia* SP.), conforme densidade de plantio ..... 39

**Figura 3.** Altura da planta (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana/IPA 200016 (*Opuntia* sp.), conforme intensidade de corte (cladódio preservado) ..... 40

**Figura 4.** Largura da planta (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana/IPA 200016 (*Opuntia* sp.), conforme densidade de plantio ..... 41

**Figura 5.** Largura da planta (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana / IPA 200016 (*Opuntia* sp.), conforme intensidade de corte (cladódio preservado) ..... 41

**Figura 6.** Número de cladódios por planta da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana/IPA 200016 (*Opuntia* sp.), conforme densidade de plantio. .... 43

**Figura 7.** Comprimento de cladódio (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana/IPA 200016 (*Opuntia* sp.), conforme densidade de plantio. .... 44

**Figura 8.** Largura do cladódio por planta (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana / IPA 200016 (*Opuntia* sp.), conforme densidade de plantio conforme densidade de plantio ..... 45

**Figura 9.** Perímetro do cladódio por planta (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana / IPA 200016 (*Opuntia* sp.), conforme densidade de plantio ..... 46

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

<b>Figura 10.</b> Área dos cladódios secundários (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana / IPA 200016 ( <i>Opuntia</i> sp.), conforme densidade de plantio.....	47
<b>Figura 11.</b> Comprimento dos cladódios secundários (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana / IPA 200016 ( <i>Opuntia</i> sp.), conforme densidade de plantio.....	48
<b>Figura 12.</b> Comprimento dos cladódios terciários (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana / IPA 200016 ( <i>Opuntia</i> sp.), conforme densidade de plantio....	48
<b>Figura 13.</b> Largura dos cladódios secundários (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana / IPA 200016 ( <i>Opuntia</i> sp.), conforme densidade de plantio.....	49
<b>Figura 14.</b> Largura dos cladódios terciários (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana / IPA 200016 ( <i>Opuntia</i> sp.), conforme densidade de plantio.....	49
<b>Figura 15.</b> Perímetro dos cladódios secundários (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana / IPA 200016 ( <i>Opuntia</i> sp.), conforme densidade de plantio.....	50
<b>Figura 16.</b> Perímetro dos cladódios terciários (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana / IPA 200016 ( <i>Opuntia</i> sp.), conforme densidade de plantio.....	51

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

**RESUMO GERAL**

No Brasil, estima-se que há, atualmente, aproximadamente 600.000 ha cultivados com cultivares de palma, mas, apesar dos recentes esforços governamentais para diversificar o uso da cultura, a maioria das áreas plantadas ainda é dedicada à produção de forragem. Objetivou-se avaliar as características produtivas e morfológicas da palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana em diferentes densidades de plantio e intensidade de corte. O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Arcoverde, pertencente ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), localizada na cidade de Arcoverde-PE, onde a palma Orelha de elefante mexicana foi cultivada sob diferentes densidades de plantio e intensidades de corte. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em arranjo de parcelas subdivididas, com quatro repetições, sendo a parcela principal representada pelas diferentes densidades de plantio (6.944, 13.888, 27.777, 55.555 plantas ha<sup>-1</sup>) e as subparcelas formadas pelas intensidades de corte (preservação de cladódios mãe ou primário durante a colheita).

As variáveis estudadas foram altura e largura das plantas, comprimento, largura e perímetro dos cladódios por planta e por ordem, número de cladódios, produção de matéria seca (PMS) e índice de área do cladódio (IAC). Não houve efeito significativo para as variáveis PMS e IAC. Houve efeito linear negativo para as variáveis altura e largura da planta, comprimento e largura de cladódios terciários e perímetro dos cladódios terciários. Houve efeito quadrático com ponto de máxima redução para as variáveis número de cladódios por planta, comprimento e perímetro de cladódios por planta, comprimento, largura e perímetro de cladódios secundários. A densidade de plantio e intensidade de corte influenciaram no comportamento morfológico da palma forrageira orelha de elefante mexicana / IPA – 200016 nas variáveis altura e largura da planta, número de cladódios por planta, comprimento e largura dos cladódios secundários e terciários.

**Palavras-chave:** espaçamento, IAC, intensidade de corte, *Opuntia*

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

**ABSTRACT**

In Brazil, it is estimated that there are currently about 600.000 hectares planted with palm cultivars, but, despite recent government efforts to diversify the use of the plant culture, most of the planted areas are still dedicated to forage production. The goal was to evaluate the productive and morphological characteristics of the cactus Mexican Elephant Ear in different planting densities and levels of cutting. The experiment was conducted at Experimental Station Arcoverde, belonging to the Agronomic Institute of Pernambuco (IPA), located in Arcoverde city-PE, where the mexican palm Elephant Ear was grown under different planting densities and levels of cutting. The organized structure of the experiment was randomized blocks in a split plot arrangement replicated four times, with the main portion represented by different planting densities (6.944, 13.888, 27.777, 55.555 plants hectares<sup>-1</sup>) and the subplots formed by levels of cutting (preservation of cladode mother or primary during harvest). The variables studied were height and width of the plants, length, width and girth of cladodes per plant and per order, number of cladodes, production of dry matter (PMS) and value of the cladode area (IAC). There was no significant effect for PMS and IAC variables. There was negative linear effect for the variables height and width of the plant, length and width of tertiary cladode and girth of tertiary cladodes. There was quadratic effect with point of maximum reduction for the variables number of cladodes per plant, length and girth of cladodes per plant, length, width and girth of secondary cladodes. The planting density and level of cutting influenced the morphological behavior of the cactus pear Mexican Elephant Ear / IPA - 200016 in variable height and width of the plant, number of cladodes per plant, length and width of the secondary and tertiary cladodes.

**Keywords:** spacing, IAC, cutting intensity, *Opuntia*

# **AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

## **1. INTRODUÇÃO GERAL**

No Brasil, estima-se que há, atualmente, aproximadamente 600.000 ha cultivados com cultivares de palma, mas, apesar dos recentes esforços governamentais para diversificar o uso da cultura, a maioria das áreas plantadas ainda é dedicada à produção de forragem (Dubeux Júnior et al., 2013).

A região Nordeste do Brasil abrange uma área de 1,6 milhões de km<sup>2</sup>, em 10 estados, incluindo norte de Minas Gerais e vários biomas. O maior bioma é a Caatinga, com cerca de 900.000 km<sup>2</sup> e um ambiente predominantemente semi-árido. A precipitação média neste ecossistema varia de 400 mm no mais seco, a 800 mm nas regiões mais úmidas; o índice de aridez é de 0,5 (balanço entre precipitação e evaporação) e o risco de seca 60% (Valente Júnior 2010). Uma grande parte é utilizada para a agricultura de sequeiro, especialmente a produção de gado, com forrageiras tolerantes à seca, bem como culturas perenes (Queiroz et al., 2012).

Devido às condições climáticas adversas, a região semiárida do Nordeste brasileiro apresenta forte estacionalidade quanto à produção das forrageiras. No estado de Pernambuco isso é mais evidente em áreas do Sertão, onde as chuvas são mais escassas. Assim, historicamente, a pecuária no Semiárido é caracterizada por baixo desempenho produtivo, principalmente relacionado à frágil estrutura do suporte alimentar e a forte estacionalidade da produção forrageira (Dubeux Jr et al. 2010).

Segundo Brito et al. (2012), em regiões semiáridas, a água é o principal fator limitante tanto para o consumo humano e animal como para produção de alimentos; entretanto, a irregularidade pluvial torna a agricultura uma atividade de alto risco. Com isso, o semiárido brasileiro possui sua capacidade produtiva limitada, por causa das suas características intrínsecas em relação à vegetação, ao clima e ao solo. A maior parte da chuva não é aproveitada em todo o seu potencial, pois, mesmo ocorrendo infiltração e existindo barreiros e açudes no Nordeste, 36 bilhões de m<sup>3</sup> de água da chuva se perdem pelo escoamento superficial (Cavalcanti & Resende, 2001). A perda de água, por causa do processo de enxurrada, além de causar problemas para as terras cultiváveis, com a perda de nutrientes do solo, limita a agricultura de sequeiro. Essas perdas por erosão continuam sendo elevadas, uma vez que a maioria dos agricultores não utilizam técnicas de manejo e conservação adequadas ao solo (Oliveira et al., 2010).

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

Segundo Borges et al. (2014) a quantificação de água necessária para o desenvolvimento das plantas maximiza a eficiência do uso da água em regiões que possuem distribuição irregular da precipitação.

A palma forrageira *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill., apresenta características anatômicas e morfofisiológicas de adaptação às condições ecológicas de ambientes secos, tornando-se uma das principais plantas forrageiras utilizada na alimentação de ruminantes, sejam eles caprinos, ovinos ou bovinos no Semiárido Nordeste (Oliveira et al., 2010).

De acordo com Santos et al. (1998), obter fontes alimentares alternativas para bovinos que possam minimizar os resultados do período de seca tem sido uma busca constante. Dentre as alternativas, a palma forrageira tem se constituído em fonte potencial de água e forragem para os animais nesta época do ano. Isto reduz os efeitos negativos da seca sobre o desempenho animal, a exemplo do que ocorreu recentemente quando a região presenciou dois ciclos intensos de seca, 1992-1993 e 1998-1999. Vale ressaltar que a palma é uma forragem que os animais consomem com facilidade, podendo o consumo individual chegar até 104 kg/dia/ vaca de material *in natura*.

Entretanto, em períodos de seca, a palma forrageira deve ser ofertada como complemento aos animais junto a um alimento fibroso para evitar problemas como diarreia no animal. Segundo Albuquerque et al., (2002), apenas com o fornecimento dessa cactácea não é possível atender às necessidades nutricionais do rebanho, considerando, notadamente, sua limitação protéica e de fibra. Dessa forma, para adequar a dieta, torna-se necessário que o produtor recorra a outros meios disponíveis de suplementação alimentar, através do uso de volumosos e de fontes de proteína.

Existe na região semiárida déficit qualitativo e quantitativo na produção de forragens, o que prejudica a produtividade animal. A palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) é um alimento importante na atividade pecuária por ser adaptada às condições climáticas da região e poder alcançar produtividade de até 40 toneladas de matéria seca por hectare por colheita (Santos et al., 2006).

A palma é um alimento rico em água, carboidratos, principalmente carboidratos não fibrosos e matéria mineral, no entanto, apresentam baixos teores de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido comparada a outros alimentos volumosos (Aguilar et al. 2015).

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

Quando realizado adequados tratos culturais de manejos de colheita para a cultura, a palma apresenta boa produtividade (Santos et al., 2011). As suas características morfofisiológicas, o lento crescimento, contudo, mesmo se tratando de uma planta MAC, ainda é uma das mais produtivas nas condições de semiárido brasileiro.

Segundo Fagundes et al., (2001), a interação entre plantas e ambiente condiciona a produção vegetal, que está diretamente relacionada ao aproveitamento da energia solar, transformada pelas folhas em energia química durante o processo fotossintético. Diversos fatores são importantes para a determinação da interceptação luminosa, como hábito de crescimento da planta, ângulo foliar e disposição das folhas no dossel.

O conhecimento da área foliar é de fundamental importância, por ser um parâmetro usado na avaliação desenvolvimento do vegetal, a área foliar de uma dada espécie vegetal é diretamente relacionada com a sua capacidade fotossintética e de interceptação de luz entre várias outras características (Taiz; Zeiger, 2004). Segundo Araújo et al. (2009), a determinação da área foliar (AF) é de interesse em diferentes setores da pesquisa agrônômica, porém é de fundamental importância que as técnicas de estimativa de área foliar sejam simples, rápidas e não destrutivas. A importância de se empregar um método não destrutivo é que permite observar o crescimento e a expansão foliar da mesma planta até o final do ciclo ou do ensaio. Assim, a AF pode ser estimada utilizando-se parâmetros dimensionais de folhas, os quais apresentam boas correlações com a superfície foliar.

Quando avaliado o IAF (Índice de Área Foliar) em gramíneas e leguminosas e o IAC (Índice de Área do Cladódio) em palmas forrageiras, obtém-se o menor índice nas cactáceas. Segundo Farias et al. (2000), o baixo IAC da palma pode ser parcialmente atenuado ao cultivo com uma maior densidade de plantas ou quando se maneja o palmar adotando colheitas menos frequentes, do que as tradicionalmente utilizadas com a preservação de um maior número de cladódios pós colheita.

Segundo Santos et al. (2010), o IAC da palma relatado na literatura é muito variável, o que pode está associado às diferentes metodologias utilizadas para determinação, assim como diferentes ambientes de cultivo. Dessa forma, Nobel (2001), relatou que a palma tem sua produção aumentada à medida que a área de superfície dos cladódios por unidade de solo aumenta. Com um IAC de 4 a 5, considerando as duas

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

faces dos cladódios, a sua produtividade é máxima. Quando as plantas estão mais adensadas ou têm mais cladódios, o IAC aumenta até um determinado ponto, partir do qual a produtividade líquida diminui, devido ao autossombreamento.

Essa característica, no entanto, também depende do clone, que apresenta diferentes morfologias de emissão, tamanho, formato e distribuição dos cladódios, e essa diferenciação pode influenciar a capacidade fotossintetizante e o rendimento da palma forrageira (Silva et al., 2010).

De acordo com Alves et al. (2007), vários são os fatores que podem influenciar no crescimento e produtividade da palma forrageira: fertilidade do solo, pluviosidade, densidade de plantio, vigor das mudas, ataque de pragas e doenças, dentre outros.

Algumas pragas e doenças podem acometer a palma forrageira, tais como: cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae*), que segundo Longo e Rapisarda, (2001), é considerado como uma das mais perigosas pragas. De acordo com Granata (2001), agentes vivos, como bactérias, micoplasmas, fungos, nematódeos, vírus e alguns organismos, também causam danos à cultura, assim como ficitidea, cochonilha de escama, diaspídio e lagartas (Almeida et al., 2011).

Segundo Vasconcelos (2009), na literatura não são encontrados estudos sobre controle biológico para a praga cochonilha do carmim. O controle químico, por seu elevado custo e suas possíveis implicações ambientais, torna-se difícil, principalmente em virtude das condições socioeconômicas dos pequenos produtores rurais.

Segundo Oliveira Júnior et al. (2009), o espaçamento de plantio na cultura da palma forrageira pode afetar a interceptação da luz e a eficiência fotossintética, influenciando no desenvolvimento e na produtividade da cultura. Plantios menos adensados facilitam os tratos culturais e reduzem os riscos de pragas e doenças.

A Orelha de Elefante Mexicana / IPA200016 (*Opuntia* sp.) é um cultivar resistente a cochonilha do carmim, mas poucas informações estão disponíveis sobre o sistema de cultivo mais adequado para a mesma. Desta forma, na busca por adequadas práticas de cultivo e manejo de colheita para palma orelha de elefante mexicana, avaliou-se sua produtividade e as suas características morfológicas cultivadas sob quatro níveis de espaçamento e duas intensidades de colheita.

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

**2. REFERÊNCIAS**

- AGUILAR, P.; PIRES, A. J. V.; SOARES, M. S.; SILVA, L. G.; GUIMARÃES, J. O.; ROCHA, L. C.; MACHADO, T. C.; FRAZÃO, O. S. Palma forrageira e bagaço de cana tratado com uréia e amônia na dieta de ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, Artigo 294, v.12, n.1, p.3936-3951, 2015.
- ALBUQUERQUE, S. S. C.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; MELO, J. N.; 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**, vol.31 no.3 suppl.0 Viçosa May/June 2002.
- ALMEIDA, A. A.; SILVA, R. A.; OLIVEIRA, A. V. B. Problemas fitossanitários causados pela cochonilha do carmim a palma forrageira no cariri ocidental paraibano. **Revista Verde**, v.6, n.3, p.98 - 108 julho/setembro de 2011.
- ALVES, R. N.; FARIAS, I.; MENEZES, R. S. C.; LIRA, M. de A.; SANTOS, D. C. dos Produção de forragem pela palma após 19 anos sob diferentes intensidades de corte e espaçamentos. **Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 4, p. 38-44, 2007.
- ARAÚJO, J. S.; ANDRADE, A. P.; RAMALHO, C. I.; AZEVEDO, C. A.V. Características de frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido sob doses de nitrogênio via fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 2, p. 152-157, 2009.
- BORGES, T. K. S. A; MONTENEGRO, A. A. A.; SANTOS, T. E. M.; SILVA, D. D.; SILVA JÚNIOR, V. P. Influência de práticas conservacionistas na umidade do solo e no cultivo do milho (*Zea mays* L.) em semiárido nordestino. **Revista Brasileira Ciências do Solo** vol.38 no.6 Viçosa Nov./Dec. 2014.
- BRITO, L.T.L.; CAVALCANTI, N.B.; SILVA, A.S. & PEREIRA, L.A. Produtividade da água de chuva em culturas de subsistência no semiárido pernambucano. **Eng. Agríc.**, 32:102-109, 2012.

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

CAVALCANTI, N. B. & RESENDE, G.M. Avaliação de barreiros e finalidade da água armazenada na região semi-árida da Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 5:568-570, 2001.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; ARAÚJO FILHO, J. T.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; PESSOA, R. A. S. Potential of cactuspear in South América. **Cactusnet Newsletter**, Santiago del Estero, v. 13, edição especial, p. 29-40, 2013.

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

FAGUNDES, J. L.; SILVA, S. C. da; PEDREIRA, C.G.S.; CARNEVALLI, R. A.; CARVALHO, C. A. B. de; SBRISIA, A. F.; PINTO, L. F. de M. Índice de área foliar, coeficiente de extinção luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.187-195, 2001.

FARIAS, I.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; TAVARES FILHO, J. J.; SANTOS, M. V. F.; FERNANDES, A. P. M.; SANTOS, V. F. Manejo de colheita e espaçamento da palma forrageira em consócio com o sorgo granífero, no agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v35, n.2, p.341-347, 2000.

GRANATA, G. Doenças Bióticas e abióticas. In: JIMÉNEZ, E. J. Arias (Coord.). **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Traduzido por SEBRAE/PB. João Pessoa: SEBRAE/PB, 2001. p. 112.

LONGO, S.; RAPISARDA, C. Pragas da palma forrageira. In: **Ecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. SEBRAE, João Pessoa, 2001. 211p.

NOBEL, P. S. Biologia ambiental. In: **AGROECOLOGIA, CULTIVO E USO DA PALMA FORRAGEIRA**. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 1995. SEBRAE, PB, p.36-48. 216p. 2001.

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

QUEIROZ, M. A.; BARROS, L. M.; CARVALHO, L. P.; CANDEIA, J. A.; FERRAZ, E. Plant breeding in the semiarid region of Brazil: examples of success. **Crop Breed. Appl. Biotechnol.** vol.12 no.spe Viçosa Dec. 2012.

OLIVEIRA, J. R.; PINTO, M. F.; SOUZA, W. J.; GUERRA, J. G. M. & CARVALHO, D. F. Erosão hídrica em um Argissolo Vermelho-Amarelo, sob diferentes padrões de chuva simulada. **R. Bras. Eng. Agríc. Amb.**, 14:140-147, 2010.

OLIVEIRA, J. P. F.; BARRETO, M. L. de J.; LIMA JÚNIOR, D. M.; AGUIAR, E. M.; SILVA, T. O. Algarobeira (*Prosopis juliflora*): uma alternativa para alimentação de ovinos no nordeste brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 2, p. 01-04, 2010.

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

SANTOS, M. V. F.; CUNHA, M. V.; LIRA, M. A.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; FREIRE, J. L.; PINTOS, M. S. C.; SANTOS, D. C.; SOUZA, T. C.; SOUZA, T. C.; SILVA, M. C. **Manejo da palma forrageira**. In: 2º CONGRESSO BRASILEIRO DE PALMA E OUTRAS CACTACEAS, Garanhuns-PE, p.1-15, 2011.

SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; DUBEUX JR., J. C. B.; FERREIRA, M. A.; CUNHA, M. V. Palma Forrageira. In: PLANTAS FORRAGEIRAS. Viçosa-MG: Ed. UFV, p.459-493, 2010.

SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIRA, M. A. et al. Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco. Recife: Instituto Agrônômico de Pernambuco, 2006. 48p. (Documentos, 30).

SANTOS, M.V.F.; FARIAS, I.; LIRA, M.A. et al. Colheita da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) cv.Gigante sobre o desenvolvimento de Vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.1, p.33-39, 1998.

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

SILVA, N. G. M.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; MELLO, A. C. L.; SILVA, M. C. Relação entre características morfológicas e produtivas de clones de palma-forrageira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2389-2397, 2010.

Taiz, L.; Zeiger, E. Fisiologia vegetal. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

VALENTE JUNIOR, A. S. Semiárido em transformação: panorama socioeconômico e entraves para o desenvolvimento In: Batista Filho, M.; Miglioli, T. C. (Org.). Viabilização do Semiárido do Nordeste: um enfoque multidisciplinar. Recife: Linceu. p.69-81, 2010.

VASCONCELOS, A. G. V.; LIRA, M. A.; CAVALCANTI, V. L. B.; SANTOS, M. V. F.; WILLADINO, L. Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha-do-carmim (*Dactylopius* sp). **Revista Brasileira de Zootecnia** vol. 38 n. 5, Viçosa, 2009.

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

---

**CAPÍTULO I**

**REFERENCIAL TEÓRICO**

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

## **1. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **1.1. Origem e importância da Palma Forrageira**

A palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) é uma cultura originária do México, sendo atualmente cultivada em todo o mundo (Menezes et al., 2005). Pertence à família das cactáceas, originada da América tropical e subtropical, podendo ser cultivada em todas as regiões áridas e semiáridas do mundo (Nobel, 1995). As plantas do gênero *Opuntia* são rústicas e apresentam elevado potencial de produção de forragem de alto valor nutritivo, sob baixa disponibilidade de água, quando comparada com a vegetação nativa (Sousa & Neto, 2002; Sales et al., 2006).

De acordo com Lira et al. (2011), a palma é a cactácea de maior importância do mundo, sendo cultivada como frutífera, verdura, hospedeira da cochonilha do carmim, planta ornamental e como forrageira. Segundo Santos et al. (2009), foi introduzida no Brasil no final do século XIX com o objetivo de produção do corante carmim, sendo logo descoberta, sua vocação forrageira. No início do seu cultivo, para fins forrageiros, a palma não era de fato encarada com cultura agrícola, porém hoje é uma eficiente alternativa para alimentação dos ruminantes nas regiões semiáridas.

A palma é considerada uma das principais plantas capazes de produzir grande quantidade de matéria seca para alimentação de ruminantes nessa região, com a particularidade, de maior disponibilidade no período de maior escassez de forragem (Donato, 2011). É uma forrageira que dispensa a realização de processos de conservação e mantém o valor nutritivo com o avanço da idade. É rica em cálcio e potássio e apresenta alta digestibilidade da matéria seca (Santos et al., 2011), além de altos teores de carboidratos não fibrosos e baixos teores de fibra e de proteína (Lira et al., 2011). Apresenta metabolismo fisiológico diferenciado conhecido como metabolismo ácido das Crassuláceas e pode tolerar altas temperaturas e déficit hídrico, bem como acumular fitomassa (Lopes et al., 2007).

### **1.2. Sistema de cultivo e produtividade**

Existe na região semiárida déficit qualitativo e quantitativo na produção de forragens, o que prejudica a produtividade animal. A palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) é um alimento importante na atividade pecuária por ser adaptada

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

às condições climáticas da região e poder alcançar produtividade de até 40 toneladas de matéria seca por hectare por colheita (Santos et al., 2006).

Segundo Dubeux Júnior et al. (2010) o plantio adensado e associado à adubação, considerando-se 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.

Segundo Santos et al. (2011), o clone Orelha de Elefante Mexicana se destacou quanto à produtividade com produção de aproximadamente 55 t de MS/ha/ano, sendo o corte realizado aos dois anos, conservando-se os cladódios primários e sob condições de sequeiro.

A interação entre plantas e ambiente condiciona a produção vegetal, que está diretamente relacionada ao aproveitamento da energia solar, transformada pelas folhas em energia química durante o processo fotossintético. Diversos fatores são importantes para a determinação da interceptação luminosa, como hábito de crescimento da planta, ângulo foliar e disposição das folhas no dossel (Fagundes et al., 2001), os quais definirão o rendimento da cultura (Maldaner et al., 2009).

Conforme Farias et al. (2005), para a obtenção de elevadas produtividades da palma e manutenção dessa produtividade ao longo dos sucessivos cortes, aspectos como correção do solo e adubação, técnica de plantio adequada, controle de plantas daninhas e manejo correto de colheita devem ser considerados, além da utilização de uma cultivar melhorada.

De acordo com Santos et al. (2006), a palma adapta-se melhor em solos férteis, de textura arenosa à argilosa, no entanto, solos argilo-arenosos são mais frequentemente recomendados. Snyman (2006) complementa que além da fertilidade, é fundamental também que os solos possuam boa drenagem, pois solos sujeitos ao encharcamento não são adequados para o seu cultivo.

Por ser adaptada ao clima semiárido, a palma Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntiasp.*) tem se destacado como alternativa de sustentabilidade para a pecuária regional, por possuir maior eficiência no uso da água, apresentando elevada capacidade produtiva de biomassa (Araújo, 2009).

# **AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

## **1.3. Características morfofisiológicas da palma forrageira**

A palma forrageira apresenta uma estrutura diferente das demais forrageiras como gramíneas e leguminosas, onde o aparelho fotossintético é localizado nas folhas. Na palma, está localizado nos caules modificados, chamados de cladódios (Sampaio, 2005).

As características de morfologia das plantas forrageiras, sobretudo da palma podem apresentar diferentes padrões de resposta, em face do manejo imposto à planta e, ser utilizada também como uma ferramenta suporte de ações de manejo em plantas forrageiras (Cunha et al., 2012). A morfogênese tem sido uma ferramenta utilizada em estudos sobre eco fisiologia de plantas forrageiras, sobretudo, em palma por ser uma cultura adaptada a diversas condições edafoclimáticas (Dubeux Júnior et al., 2010).

O gênero *Opuntia* sp. chegam a ser três a quatro vezes mais eficientes na conversão de água em matéria seca, mesmo quando comparado com gramíneas tropicais (Gregory & Felker, 1992). Esta elevada eficiência no uso de água deve-se ao fechamento dos estômatos durante o dia e a abertura dos mesmos durante a noite quando a eficiência da pressão de vapor é mínima (Andrade et al., 2010).

A palma forrageira sendo cultivada com deficiência hídrica pode ter seu crescimento limitado por esse fator, pois com irrigação ou ampla quantidade de água fornecida, há registros de produtividade da palma de 45 a 50 t/ha/ano de MS (Nobel, 1995). A vantagem evolutiva das plantas MAC é a abertura noturna dos estômatos para reduzir a perda de água para o ambiente, resultando em grande eficiência de uso da água. Quando é cultivada com grande disponibilidade de água, a palma forrageira passa a funcionar como plantas C3, a enzima Pep carboxilase torna-se inativa durante o dia, não havendo vantagem na abertura dos estômatos durante a noite (Sampaio, 2011).

Segundo Silva et al., (2011) o CO<sub>2</sub> absorvido durante a noite é armazenado temporariamente na forma de ácido málico no vacúolo celular para posteriormente ser utilizado nas reações fotossintéticas do dia seguinte.

Cada órgão das plantas de palma possui adaptações de extrema eficiência no aproveitamento da água, notadamente o cladódio, no qual está localizado o aparelho fotossintético, podendo manter sua fotossíntese máxima até 15 dias depois de acabar o

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

suprimento de água do solo e depois manter taxas decrescentes de fotossíntese, com períodos de abertura de estômatos cada vez menores (Sampaio, 2005).

Ainda de acordo com Sampaio (2005), outra característica importante da palma forrageira é que suas raízes também são capazes de captar a água de chuvas mais leves, ou seja, aquela precipitação que molha apenas a camada superficial do solo. No entanto, seu sistema radicular também pode apresentar raízes grossas e profundas caso o solo permita.

De acordo com Antunes Junior et al. (2009), para avaliar as condições fisiológicas das plantas ou culturas, um dos elementos fundamentais é a área foliar. Na palma denomina-se índice de área de cladódio (IAC), sendo este, segundo Viana et al. (2008), utilizado para a mensuração da densidade de cobertura de cladódios, medida útil para estimar a capacidade fotossintética das cactáceas, sendo uma das variáveis utilizadas para medir o crescimento vegetativo.

Segundo Ramos et al. (2011) a área total de cladódio é uma medida útil para estimar a capacidade fotossintética da palma, sendo uma das variáveis utilizadas para medir o crescimento vegetativo. Castro (2013) observou que a área do cladódio da palma Orelha de Elefante Mexicana pode ser estimada pelas dimensões do cladódio, notadamente pelo produto entre largura, comprimento e perímetro do cladódio.

Pinheiros et al. (2014), trabalhando com correlações do índice de área do cladódio com características morfogênicas e produtivas da palma forrageira, avaliaram as variáveis morfológicas altura x largura; número total de cladódios; comprimento, largura, espessura e perímetro dos cladódios de primeira ordem; espessura dos cladódios de segunda e terceira ordem; e largura dos cladódios de quarta ordem do clone Orelha de Elefante Mexicana com quatro anos de idade que apresentaram correlação positiva em relação ao índice de área do cladódio. A relação entre as características morfológicas, como altura e largura da planta, índice de área do cladódio e comprimento do cladódio e o rendimento da planta representa um dado de grande importância para a compreensão da resposta da palma forrageira às condições do ambiente de cultivo.

A Orelha de Elefante (Mexicana e Africana) apresentam espinhos, o que dificulta seu manejo como forrageira, no entanto, essa característica, apesar de ser indesejável na alimentação animal, garante a este material maior resistência à seca, uma

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

vez que os espinhos servem para reduzir a temperatura do caule durante o dia e sua presença diminui também a captação de luz pelas raquetes (Nobel, 1983).

**2. REFERÊNCIAS**

ANDRADE, P. A.; COSTA, R. G.; SANTOS, E. M.; SILVA, D. S. Produção animal no semiárido: o desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. **Tecnol. & Ciên. Agropec.**, João Pessoa, v.4, n.4, p.01-14, dez. 2010.

ANTUNES JR, M. Z.; FERRONATO, A.; FERRONATO, S. D.; RODRIGUES, K.; GALLON, M. M. P.; GOMES, N. M. G.; STIEVEN, A. C.; CAMPELO JR, J. H. Métodos não destrutivos para estimativa de densidade de área foliar em mangueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.12, p.1624-1630, 2009.

CASTRO, F. M. **Avaliação de métodos não destrutivos para estimar o índice de área do cladódio em palma forrageira orelha de elefante mexicana.** Garanhuns/PE, 2013. 66p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns.

CUNHA, D. N. F. V.; GOMES, E. S.; MARTUSCELLO, J. A.; AMORIM, P. L.; SILVA, R. C.; FERREIRA, P. S. Morfometria e acúmulo de biomassa em palma forrageira sob doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.4, p.1156-1165, 2012.

DONATO, P. E. R. Características morfológicas, de rendimento e nutricionais da palma forrageira sob diferentes espaçamentos e doses de esterco. Itapetinga – BA, 2011. 135p. **Tese** (Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. et al. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira Clone IPA-20. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 1, p. 129-135, 2010.

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

FAGUNDES, J. L.; SILVA, S. C. da; PEDREIRA, C.G.S.; CARNEVALLI, R. A.; CARVALHO, C. A. B. de; SBRISSIA, A. F.; PINTO, L. F. de M. Índice de área foliar, coeficiente de extinção luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.187-195, 2001.

FARIAS, I.; SANTOS, D. C.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B. Estabelecimento e manejo de 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**. 2º ed. Recife: Ed universitária da UFPE. 2005, p.81- 103.

GREGORY, R.A. & FELKER, P. Crude protein and phosphorus contents of eight contrasting opuntia forage clones. **Journal of Arid Environments**. v. 22, p. 323-331: 1992.

LIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; SILVA, M. C.; SANTOS, M. V. F.; FRANÇA, E. V.; MELLO, A. C. L.; DUBEUX JR., J. C. B.; PINTO, M. S. C. Genética e melhoramento da palma forrageira In: CONGRESSO BRASILEIRO DA PALMA E OUTRAS CACTÁCEAS, 2., 2011, Garanhuns, Pernambuco, Brasil. **Anais...** Garanhuns, 2011. Disponível. CD-ROM.

LOPES, E. B.; BRITO, C. H. de; GUEDES, C.C.; SANTOS, D.C. dos ARAÚJO, E.; BATISTA, J. de L.; ARAÚJO, L. de F.; VASCONCELOS, M. F. de; COELHO, R. S. B.; CAVALCANTI, V. A. L. B. Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no Semiárido Nordestino. João Pessoa: Emepa/Faepa, 2007. 130p.

MALDANER, I. C.; HELDWEIN, A. B.; LOOSE, L. H.; LUCAS, D. D. P.; GUSE, F. I.; BORTOLUZZI, M. P. Modelos de determinação não destrutiva da área foliar em girassol. **Ciência Rural**, v.39, p.1356-1361, 2009.

MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. A palma no Nordeste do Brasil – Conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Ed. Universitária da UFRPE, 2005, v. único, p. 44. 2005.

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

NOBEL, P. S. Environmental biology In: BARBERA, G; INGLESE, P.; PIMIENTABARRIOS, E (Ed. ) **Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear**. Rome: FAO, 1995, 36-48p.

NOBEL, P. S. Spines influences on PAR interception, stem temperature and nocturnal acid accumulation. *American Journal Botany*, v. 70, n. 8, p. 1244- 1253, 1983.

PINHEIRO, K. M.; SILVA, T. G. F.; CARVALHO, H. F. S.; SANTOS, J. E. O.; MORAIS, J. E. F.; ZOLNIER, S.; SANTOS, D. C. Correlação do índice de área do cladódio com características morfogênicas e produtivas da palma forrageira. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.49, n.12, p.939-947, dez. 2014.

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

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

SAMPAIO, E. V. S. B. Fisiologia da palma forrageira In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALMA E OUTRAS CACTACEAS, 2, GARANHUNS, 2011. **Anais...** Garanhuns, 2011.

SANTOS, D. C.; LIRA, M. A; SILVA, M. C. et al. Genótipos de Palma Forrageira para Áreas Atacadas pela Cochonilha do Carmim no Sertão Pernambucano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 6, 2011, Búzios. **Anais...**Búzios: SBMP, 2011. CD-ROM.

SANTOS, P. M.; CRUZ, P. G.; CAVALCANTE, A. C. 2009. Palma Forrageira: Alternativa para a estacionalidade de produção de forragem no semi-árido brasileiro-BeefPoint, 2009. Acessado em 16 fev. 2015. Disponível na internet: <http://www.beefpoint.com.br/radares-tecnicos/pastagens/palma-forrageira>

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

alternativa-para-a-estacionalidade-de-producao-de-forragem-no-semi-arido-brasileiro-51651/.

SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIRA, M. A. et al. Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco. Recife: Instituto Agrônômico de Pernambuco, 2006. 48p. (Documentos, 30).

SAMPAIO, E. V. S. B. Fisiologia da palma 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. 2005, p.43-55.

SNYMAN, H. A. A. A. Greenhouse study on root dynamics of cactus pears, *Opuntia ficus indica* and *O. robusta*. **Journal of Arid Environments**, v.65, n.4, p.529–542, 2006.

VIANA, B. L.; LEITE, M. L. M. V.; SILVA, D. S.; ANDRADE, A. P.; SALES, A. T.; SANTOS, E. G. Influência da adubação organo-mineral no índice de área de cladódio em variedades de palma forrageira (*Opuntia ficus indica* e *Nopalea cochenillifera*) no Semiárido paraibano. Zootec, 2008, João Pessoa, PB – UFPB / ABZ.

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

## **CAPÍTULO II**

---

**Efeito da densidade de plantio e intensidade de corte sobre a produção e características morfológicas da palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana**

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

**Efeito da densidade de plantio e intensidade de corte sobre a produção e características morfológicas da palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana**

**RESUMO**

A palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia* sp.), pode apresentar variações em sua produtividade, e isso se deve a influencia de diversos fatores, tais como plantas invasoras, manejo da fertilidade do solo, densidade/espacamento de plantio, frequência de colheita, intensidades de corte, entre outros fatores. Desta forma, objetivou-se avaliar as características produtivas e morfológicas da palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana em diferentes densidades de plantio e intensidade de corte. O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Arcoverde, pertencente ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), localizada na cidade Arcoverde, semiárido pernambucano, sendo a palma Orelha de elefante mexicana cultivada sob diferentes densidades de plantio e intensidades de corte. O delineamento experimental utilizado foi o casualizados em blocos, em arranjo de parcelas subdivididas, com quatro repetições, sendo a parcela principal representada pelas diferentes densidades de plantio (6.944, 13.888, 27.777 e 55.555 plantas ha<sup>-1</sup>) e as subparcelas formadas pelas intensidades de corte (preservação do cladódio mãe ou primários). Para a realização das medições e contorno dos cladódios em papéis foram utilizadas duas plantas por unidade experimental e dois cladódios por ordem. O contorno dos cladódios foi realizado em papel A3, sendo para isso o papel colocado em baixo do cladódio e em seguida feito o contorno. Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para a variável altura e largura da planta entre a densidade de plantio e intensidade de corte. À medida que aumentou a densidade do plantio em 55.555 plantas ha<sup>-1</sup>, a altura da planta diminuiu de 111,25 cm para 83,47 cm em cladódios colhidos com um ano de idade. Quando na intensidade de corte preservou-se o cladódio primário, a altura da planta foi favorecida com valor de 103,72 cm. Houve efeito linear negativo para a largura da planta, reduzindo com incremento da densidade de plantio, variando de 173,21 cm a 89,73 cm com a densidade de plantio 6.944 e 55.555 plantas ha<sup>-1</sup> respectivamente. Sobre o efeito da intensidade de corte, quando preservado o cladódio primário nesta variável, obteve-se o valor de 143,94 cm. Houve efeito da densidade do plantio sobre o número de cladódios sendo influenciada

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

de forma quadrática pela população das plantas. À medida que a densidade de plantio aumentou para 55.555 plantas ha<sup>-1</sup> o número de cladódio tendeu a regredir para 10,95 cladódios. Para comprimento de cladódio houve efeito quadrático com comprimento do cladódio de 52,7 cm. Também houve efeito quadrático para largura do cladódio por planta com incremento da densidade de plantio. Quando na intensidade de corte foi preservado o cladódio mãe a largura da planta decresceu de 70,61 cm para 23,59 cm e quando preservado o cladódio primário houve uma redução de 63,25 cm para 36,25 cm da largura do cladódio por planta. Houve efeito quadrático para perímetro do cladódio por planta apresentando 355,224 cm na menor densidade de plantio (6.944 plantas ha<sup>-1</sup>) e 163,122 cm na maior densidade (55.555 plantas ha<sup>-1</sup>). Fatores como densidade de plantio e intensidade de corte influenciaram o comportamento morfológico e produtivo da palma forrageira orelha de elefante mexicana / IPA – 200016. A densidade de plantio e intensidade de corte influenciou no comportamento morfológico da palma forrageira orelha de elefante mexicana / IPA – 200016 nas variáveis altura e largura da planta, número de cladódios, comprimento e largura dos cladódios secundários e terciários. A maior densidade populacional ocasionou redução de todas as variáveis estudadas, exceto PMS e IAC. A altura e largura por planta foram favorecidas quando preservados os cladódios de ordem primária na colheita.

**Palavra chave:** cladódios, iac, matéria seca, produção

**ABSTRACT**

The cactus Mexican Elephant Ear (*Opuntia* sp.) can vary in their productivity, and this is due to the influence of several factors, such as invasive plants, soil fertility management, density / plant spacing, harvest frequency, level of cutting, among other factors. The goal was to evaluate the productive and morphological characteristics of the cactus Mexican Elephant Ear in different planting densities and levels of cutting. The experiment was conducted at Experimental Station Arcoverde, belonging to the Agronomic Institute of Pernambuco (IPA), located in the city Arcoverde, in Pernambuco semi-arid, and the Mexican Elephant Ear Palm grown under different planting densities and level of cutting. The structure of the experiment was randomized blocks in a split plot arrangement with four replicas, with the main portion represented

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

by different planting densities (6.944, 13.888, 27.777 and 55.555 plants per hectare) and the subplots formed by cutting in different levels (preservation of cladode mother or primary). To carry out the measurements and to make the contours of cladodes on paper, two plants per plot and two cladodes per order were used. The contour of cladodes were performed by outlining a cladode on a A3 paper. There were significant effect ( $P < 0.05$ ) on height and width of the plant between planting density and levels of cutting. As we increased the density of planting to 55.555 plants per hectare, plant height decreased from 111.25 cm to 83.47 cm in cladodes harvested a year old. When the cutting intensity preserved the primary cladode, plant height was favored with a value of 103.72 cm. There was negative linear effect for the width of the plant, reducing with increasing planting density, ranging from 173.21 cm to 89.73 cm with planting density of 6.944 and 55.555 plants per hectare respectively. On the effect of different levels of cutting when preserving the primary cladodes, the plant height was 143.94 cm. There was an effect of planting density on the number of cladodes influenced in a quadratic way by the population of plants. As planting density increased to 55.555 plants per hectare, the number of cladode tended to regress to 10.95 cladodes. There was a quadratic effect on the length, giving a length of 52.7 cm for the cladode. There was also a quadratic effect for the width of the cladode with increasing plant density. When the mother cladode was preserved, the width of the plant decreased from 70.61 cm to 23.59 cm. When the primary cladode was preserved, that was decreased by 63.25 cm to 36.25 cm of width per plant. There was a quadratic effect for perimeter of cladode per plant with 355,224 cm in the lower planting density (6.944 plants per hectares), and 163.122 cm in higher density (55.555 plants per hectares). Factors such as planting density and level of cutting influenced the morphological and productive behavior of the cactus Mexican Ear Elephant / IPA - 200016. The planting density and the level of cutting influenced the morphological behavior of the forage palm Mexican Elephant Ear / IPA – 200016 in the variables hight and width of the plant, number of cladodes, length and width of the secondary and tertiary cladodes. The highest population density resulted in reduction of all variables except PMS and IAC. The height and width per plant were favored when preserved the primary cladodes at harvest.

**Keyword:** cladode, dry matter, iac, production

# **AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

## **1. INTRODUÇÃO**

A palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia* sp.), pode apresentar variações em sua produtividade, e isso se deve a influencia de diversos fatores, tais como plantas invasoras, manejo da fertilidade do solo, densidade/espacamento de plantio, frequência de colheita, intensidades de corte, entre outros fatores.

Segundo Bispo et al. (2007), a palma-forrageira *Opuntia ficus indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck, conhecida popularmente por palma gigante e palma-miúda, 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 tornam tolerante a longas estiagens.

O sucesso na utilização desta cactácea na região se deve, especialmente, ao seu metabolismo fotossintético do tipo MAC que permite elevada eficiência no uso da chuva e armazenamento de água nos cladódios, lhe conferindo alta resistência aos períodos de seca. Outra importante característica da palma forrageira é que a forragem produzida apresenta elevada digestibilidade, altos níveis de carboidratos solúveis e elevado consumo pelos animais (Wanderley et al., 2002).

Segundo Oliveira (2008), o espaçamento de plantio na cultura da palma tem influência em seu sistema de produção, pois o efeito na absorção da luz solar, eficiência fotossintética e em outros fatores de produção, influi no desenvolvimento e produtividade da cultura. Além disso, a prática do plantio adensado tem contribuído para o manejo racional na exploração desta cactácea.

Em plantios com baixa densidade de plantas a baixa produtividade pode ser justificada pela perda de parte da energia luminosa incidente (solo descoberto), resultando em baixa eficiência na conversão desta energia em produção de biomassa por área (Santos et al., 2006).

Souza (2015), avaliando o efeito da densidade de plantio, frequências de colheita e intensidades de corte sobre o rendimento e composição mineral da palma forrageira cv. Miúda no agreste pernambucano observou que o aumento da densidade de plantio favoreceu a produtividade da cultura nas duas intensidades de corte testadas.

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

Objetivou-se avaliar o efeito da densidade de plantio e intensidades de corte sobre as características produtivas e morfológicas da palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Arcoverde, pertencente ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), localizada na cidade Arcoverde, semiárido Pernambucano.

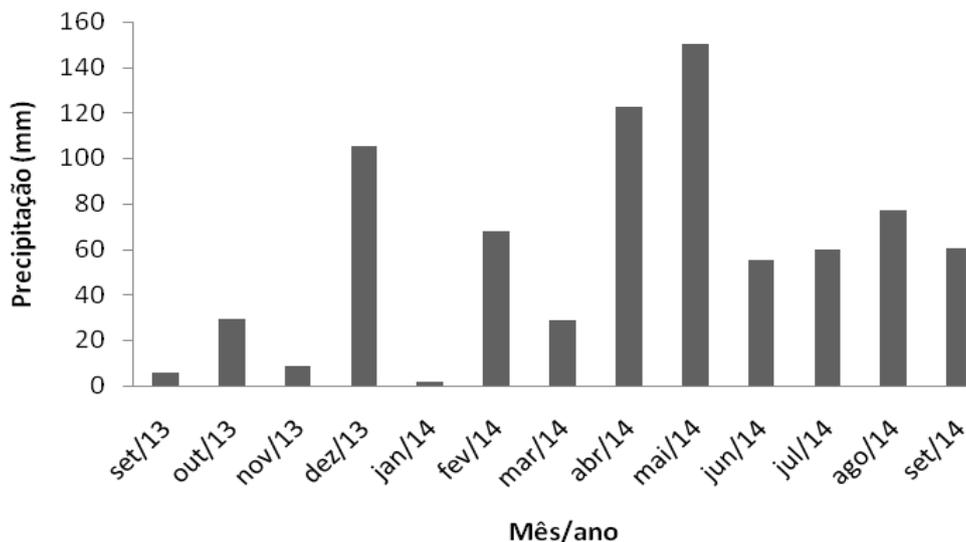
A estação apresenta coordenada geográfica de 8°25'08'' de latitude Sul e 37°03'14'' de longitude Oeste, 663 metros de altitude (CPRM, 2005), distando 254 km da capital. Na Tabela 1, pode-se observar a média da análise química dos solos da área do início do experimento no ano de 2013. A precipitação pluvial ocorrida durante o período experimental foi de 772,1 mm (Figura 1).

**Tabela 1.** Características químicas do solo antes das atividades experimentais, em área com dois anos de cultivo de palma forrageira em diferentes densidades de plantio

Característica	Unidade	Inicial	
		Media	CV (%)
Fe <sup>1</sup>	mg.dm <sup>-3</sup>	67,1**	42,1
Cu	mg.dm <sup>-3</sup>	0,5	225,1
Zn	mg.dm <sup>-3</sup>	15,3	50,7
Mn	mg.dm <sup>-3</sup>	71,1	36,2
P	mg.dm <sup>-3</sup>	68,0	43,6
pH		5,5	7,2
K	Cmol.dm <sup>-3</sup>	1,6	234,5
Na	cmol.dm <sup>-3</sup>	0,9	42,4
Al	cmol.dm <sup>-3</sup>	0,0	125,3
Ca	cmol.dm <sup>-3</sup>	3,5	19,9
Mg	cmol.dm <sup>-3</sup>	0,6	49,5
H	cmol.dm <sup>-3</sup>	3,5	15,5
S.B <sup>2</sup>	cmol.dm <sup>-3</sup>	6,3	19,2
CTC <sup>3</sup>	cmol.dm <sup>-3</sup>	9,6	14,9
V <sup>4</sup>	%	63,7	10,0
C	%	1,3	16,1
M <sup>5</sup>	%	0,7	127,5
M.O. <sup>6</sup>	%	2,3	16,1

\*\*Média de 64 observações.<sup>1</sup>Mehlich 1; <sup>2</sup>Soma de bases; <sup>3</sup>capacidade de troca de cátions; <sup>4</sup>saturação por bases; <sup>5</sup>saturação por alumínio; <sup>6</sup>matéria orgânica do solo.

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**



**Figura 1.** Precipitação pluvial (mm) observada durante o período experimental (setembro de 2013 a setembro de 2014) na Estação Experimental do IPA em Arcoverde-PE.

O delineamento utilizado foi casualizado em blocos, com arranjo de parcela subdividida, com quatro repetições, sendo a parcela principal representada pelas diferentes densidades de plantio (6.944, 13.888, 27.777 e 55.555 plantas ha<sup>-1</sup>) com espaçamento de plantio de 1,80 m x 0,80 m, 1,80 m x 0,40 m; 1,80 m x 0,20 m; 1,80 m x 0,10 m; respectivamente, e as subparcelas formadas pelas intensidades de corte (preservação de cladódios mãe ou primário), com quatro repetições. Foi avaliado o efeito da densidade de plantio e intensidade de corte sobre caracteres produtivos e morfológicos da palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana.

Cada parcela principal media 21,6 m x 8,0 m e cada subparcela 5,4 m x 8,0 m. Assim, em cada subparcela foram estabelecidas três filas da cultura. As variáveis foram avaliadas na área útil da parcela que compreendia a fila central. Na fila central foram consideradas bordaduras as extremidades da fila (1,6 m de cada lado), sendo avaliados 4,8 m da fila central. O experimento foi estabelecido em junho de 2011. Em junho de 2013 foi realizada a primeira colheita e em setembro do mesmo ano, tiveram início às atividades experimentais para esta pesquisa, sendo realizadas em campo as mensurações (comprimento, largura e perímetro) com fita métrica e contagem dos números de cladódios.

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

As avaliações foram encerradas em setembro de 2014 com a realização da colheita, onde foram determinadas a altura e largura da planta, o número de cladódios por planta, dimensões de cladódios (comprimento, largura e perímetro), índice de área de cladódio (IAC) e a produção de matéria seca (PMS) em t MS/ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

Para a realização das medições e contorno dos cladódios em papéis foram utilizadas duas plantas por unidade experimental e dois cladódios por ordem. O contorno dos cladódios foi realizado em papel A3, sendo para isso o papel colocado em baixo do cladódio e em seguida feito o contorno.

O número de cladódios por planta foi determinado pelo somatório de todos os cladódios existentes na planta. A medição da altura da planta foi feita medindo-se, desde o nível do solo até o cladódio mais alto. Já a largura foi medida considerando a região mais larga da planta. Para isso, foi utilizada uma trena.

Após a colheita, as plantas foram pesadas e identificadas. Para determinar a produção, todas as plantas da área útil foram colhidas e pesadas. Em seguida, retirou-se uma subamostra de aproximadamente 1,0 a 1,5 kg das plantas da área útil, sendo estas mantidas em estufa de circulação forçada de ar a 55 °C até o peso constante.

Os desenhos foram cortados e scaneados pelo analisador de área foliar CID 200 (CID Bio-Science®), para a obtenção da área, comprimento, largura e perímetro dos cladódios. As medidas foram discutidas a partir da ordem secundária, devido algumas plantas não conter os cladódios primários por conta da intensidade de corte que o manteve intacto.

Depois de obtida a área, foi feita a substituição na fórmula abaixo utilizada por Silva (2009), para que fosse determinado o IAC. Para isso considerou-se a área de ambos os lados dos cladódios, como descrito por Nobel & Bobich (2002).

$$\text{IAC} = \text{ACO} * \text{NCO} \text{ (Somando-se todas as ordens) } / \text{AOPS}$$

Onde:

IAC= Índice de área de cladódio; ACO= Área do cladódio/ordem; NCO= Número de cladódio/ordem; AOPS= Área ocupada pela planta no solo.

Foi realizada análise de variância, com aplicação do teste F, utilizando o pacote PROC MIXED do SAS (SAS Inst., 2001). Os efeitos incluídos no modelo foram DENS e INT (Densidade de plantio e intensidade de corte) e suas interações. As médias foram comparadas pelo teste LSMEANS e PDIFF do SAS. Quando houve efeito do

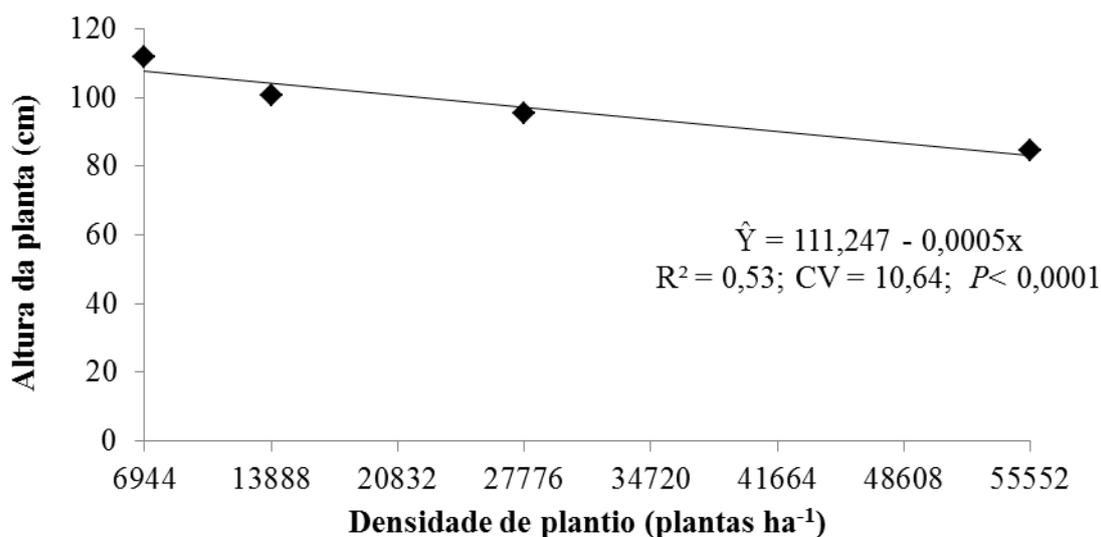
**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

espaçamento de plantio, foi feito regressões, utilizando o Proc Reg do SAS. Foram realizadas estimativas por meio de contraste ortogonal polinomial para verificar os efeitos lineares e quadráticos dos tratamentos quantitativos, quando os mesmos foram significativos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo da densidade de plantio sobre a variável altura da planta. Foi observado um decréscimo sobre está variável à medida que aumentou a densidade de plantio, variando de 111,25 cm na menor densidade (6.944 plantas ha<sup>-1</sup>) para 83,47 cm na maior densidade (55.555 plantas ha<sup>-1</sup>), em cladódios colhidos com um ano de idade (Figura 2). Não houve efeito significativo para interação da altura das plantas.

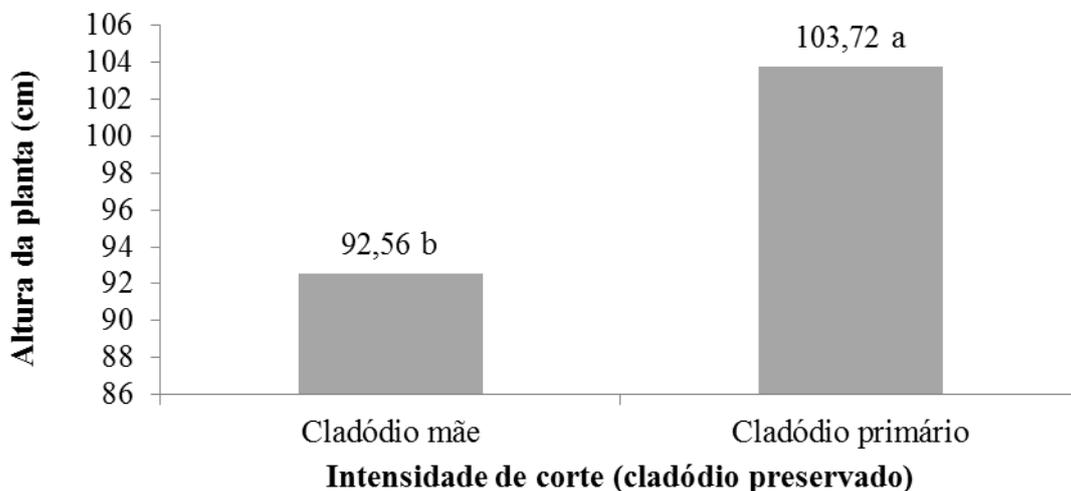
Segundo Ferreira et al. (2003), trabalhando com características morfológicas de palma forrageira, observaram altura máxima e mínima da planta de 122,9 e 70,2 cm em clones colhidos com 2 anos de idade. Martins et al. (1999), em trabalho sobre densidade de plantio, concluíram que, quanto maior a densidade de plantas, maior a altura final das mesmas, por haver redução do alongamento lateral do caule, devido à competição entre plantas, não corroborando com os dados da pesquisa atual.



**Figura 2.** Altura da planta (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana/ IPA 200016 (*Opuntia* sp.), conforme densidade de plantio.

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

A intensidade de corte diferiu estatisticamente ( $P < 0,05$ ) sobre a variável altura da planta. Na intensidade em que preservou-se o cladódio primário, a altura foi favorecida, obtendo um valor de 103,72 cm.

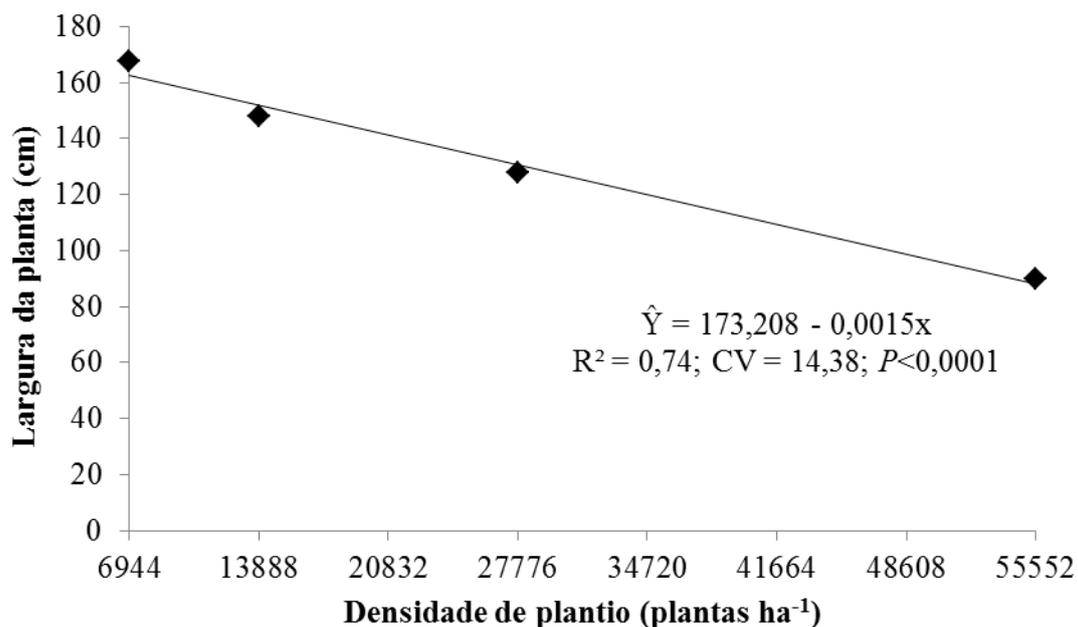


**Figura 3.** Altura da planta (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana / IPA 200016 (*Opuntia* sp.), conforme intensidade de corte (cladódio preservado). \*Comparação pelo teste F, a 5% de probabilidade. Letras distintas diferem estatisticamente.

Quanto à largura da planta, também houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) sobre o efeito da densidade de plantio. A largura reduziu de forma linear com incremento da densidade de plantio. Houve variação de 173,21 cm até 89,73 cm com a densidade de 6.944 e 55.555 plantas  $ha^{-1}$ , respectivamente (Figura 4).

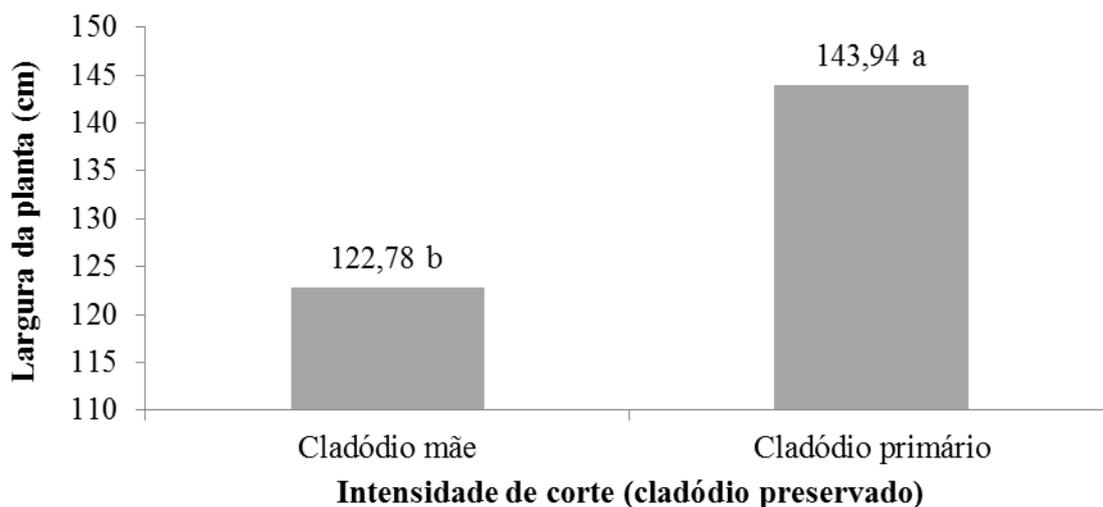
Segundo Silva et al. (2014), trabalhando com produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio informam que redução significativa na largura média dos cladódios é proporcionada pela densidade de plantio que respondem de forma linear negativa ao aumento da densidade de plantas, reduzindo aproximadamente 10,1% da menor para a maior densidade de plantio, 10.000 a 80.000 plantas por  $ha^{-1}$ , respectivamente.

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**



**Figura 4.** Largura da planta (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana / IPA 200016 (*Opuntia* sp.), conforme densidade de plantio.

Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para variável largura da planta sobre o efeito da intensidade de corte. Quando preservado o cladódio primário obteve-se maior valor de 143,94 cm (Figura 5).



**Figura 5.** Largura da planta (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana / IPA 200016 (*Opuntia* sp.), conforme intensidade de corte (cladódio preservado). \*Comparação pelo teste F a 5% de probabilidade. Letras distintas diferem estatisticamente.

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

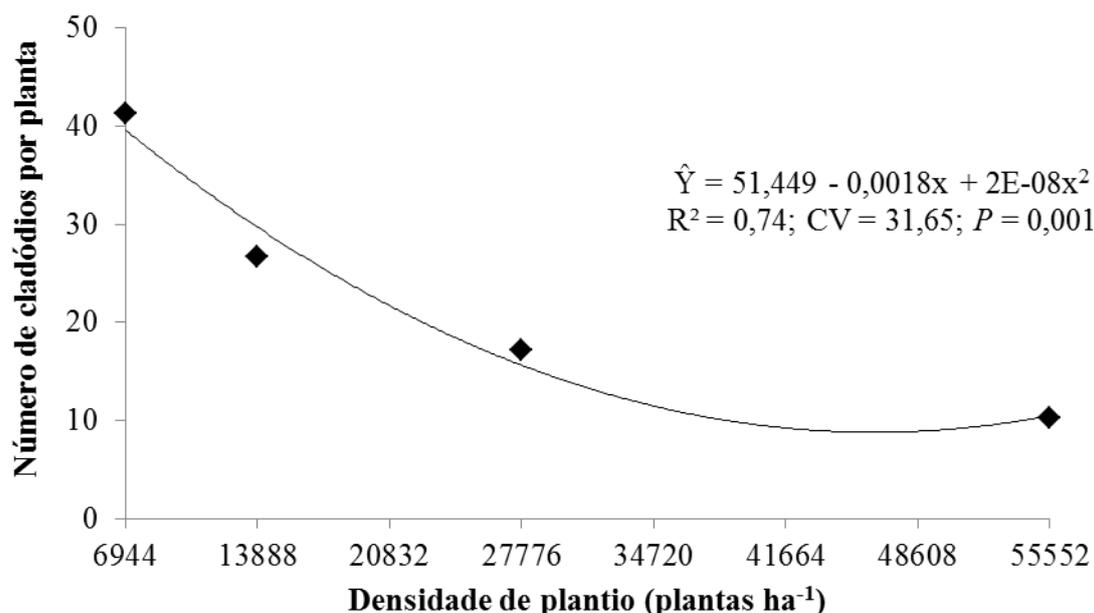
Houve efeito da densidade do plantio sobre o número de cladódios por planta e observou-se que a palma forrageira, Orelha de elefante Mexicana foi influenciada de forma quadrática pela população das plantas com ponto de máxima redução estimado em 45.000 plantas, sendo observados 10,95 cladódios (Figura 6).

Segundo Cavalcante et al. (2014), trabalhando com respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo relataram, que a palma Miúda apresentou maior número de cladódios por planta (NCP) e os menores valores de comprimento e largura dos cladódios. Isso porque as plantas pertencentes ao gênero *Nopalea* sp. apresentam maior quantidade de cladódios e cladódios menores, quando comparadas às do gênero *Opuntia* sp., na palma Miúda. O adensamento fez com que a planta emitisse maior número de novos brotos, uma vez que não havia espaço para que esses crescessem. Possivelmente, os cladódios não conseguiram se desenvolver devido à sobreposição dos mesmos. Por isso, o número e tamanho de cladódios por planta diminuíram.

Silva et al. (2014) verificaram que o número de cladódios por planta da palma Miúda respondeu de forma quadrática ao aumento na densidade de plantio, enquanto que a palma Redonda e Gigante ajustou-se de forma linear negativa ao aumento das densidades de plantio. Estes resultados têm como hipótese as características genéticas da palma forrageira, ou seja, as espécies Gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) e Miúda (*Nopalea cochenilifera* Salm Dyck) apresentam crescimento mais vertical, enquanto que a espécie redonda (*Opuntia stricta*) apresenta crescimento mais horizontal (EMBRAPA, 2002).

Segundo Guedes et al. (2015), trabalhando com Características morfofisiológicas e produtividade da palma forrageira em diferentes lâminas de irrigação, relatam que em termos de número de cladódios emitidos, a palma responde mais rapidamente à emissão daqueles de primeira e segunda ordens que, para suas emissões, a eficiência no uso de água é superior aumentando o crescimento e o desenvolvimento da planta. Segundo Pinheiro et al. (2014), este resultado está associado ao hábito de crescimento de espécies de palma forrageira em que os cladódios de ordens inferiores servem de sustentação para a emissão de novos cladódios pela planta.

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**



**Figura 6.** Número de cladódios por planta da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana/ IPA 200016 (*Opuntia* sp.), conforme densidade de plantio.

Para comprimento de cladódio houve efeito quadrático com ponto de máxima redução 44.687 plantas e comprimento do cladódio de 52,7 cm (Figura 7). Com o aumento da população de plantas, o comprimento do cladódio diminuiu, possivelmente por maior competitividade de nutrientes pelas plantas mais adensadas, menor espaço disponível para seu crescimento, entre outros fatores.

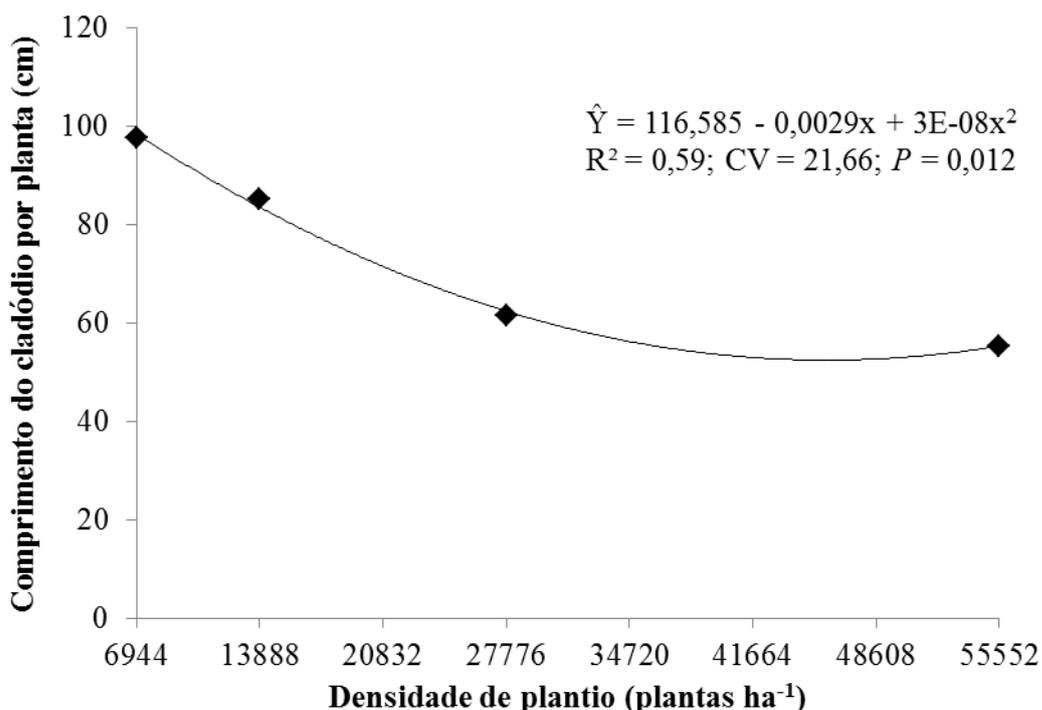
Silva et al. (2007) em trabalho de morfologia do dossel e produtividade da palma forrageira com dois espaçamentos, dois tipos de solos e duas direções de plantio, comentam que a redução do comprimento dos cladódios está em razão de um provável aumento da população de plantas. Comparando o comprimento dos cladódios na densidade de 10.000 a 80.000 plantas por ha<sup>-1</sup>, constatou-se redução de 13,4; 10,4 e 12,5% nos genótipos Gigante, Miúda e Redonda, respectivamente.

Silva et al. (2014), relata que com relação ao comprimento médio dos cladódios, todas as palmas forrageiras (Gigante, Redonda e Miúda) apresentaram resposta linear negativa ao aumento das densidades de plantio.

Silva et al., (2007) estudando o comprimento da cv. Gigante, em condições de campo, observaram 17,9 cm. Entretanto a cultivar Orelha de Elefante Mexicana evidenciou média de 21 cm aos 150 dias após o plantio, este fato pode ter ocorrido em

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

função da maior população de plantas utilizada, visto que o experimento foi realizado em casa de vegetação.



**Figura 7.** Comprimento de cladódio (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana/IPA 200016 (*Opuntia* sp.), conforme densidade de plantio.

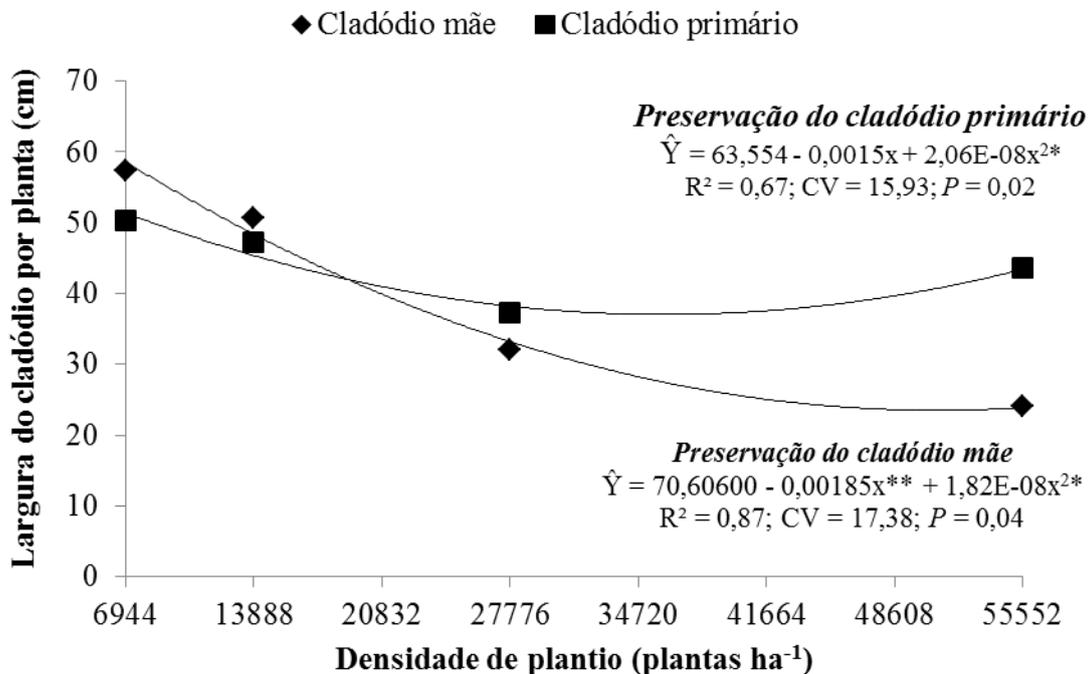
A largura do cladódio por planta foi significativamente influenciada pela interação entre densidade de plantio e intensidade de corte. Houve efeito quadrático para largura do cladódio por planta com incremento da densidade de plantio. À medida que as densidades de população das plantas aumentam, a largura tende a diminuir. Quando na intensidade de corte foi preservado o cladódio mãe a largura da planta decresceu de 70,61 cm para 23,59 cm e quando preservado o cladódio primário houve uma redução de 63,25 cm para 36,25 cm da largura do cladódio por planta (Figura 8).

Silva et al. (2014) trabalhando com produtividade da palma forrageira do gênero *Opuntia* e *Nopallea* cultivada em diferentes densidades de plantio, observaram que a densidade de plantio proporcionou redução significativa na largura média dos cladódios, que responderam de forma linear negativa ao aumento da densidade de plantas, reduzindo aproximadamente 10,1% da menor para a maior densidade de plantio.

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

Segundo AGUILAR (1991), apesar de a palma forrageira possuir bom reservatório de água no interior dos cladódios, nas células do parênquima e nos vacúolos do clorênquima, o comprimento e a largura destes diminuiu quando as plantas permaneceram por períodos prolongados sob estresse hídrico.

Cavalcante et al. (2014), ao avaliarem a morfometria de genótipos de palma sob quatro densidades de cultivo (10.000, 20.000, 40.000 e 80.000 plantas ha<sup>-1</sup>), observaram que com o aumento da densidade de plantio, equações quadráticas foram observadas para o comprimento e largura do cladódio.



**Figura 8.** Largura do cladódio por planta (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana / IPA 200016 (*Opuntia* sp.), conforme densidade de plantio.

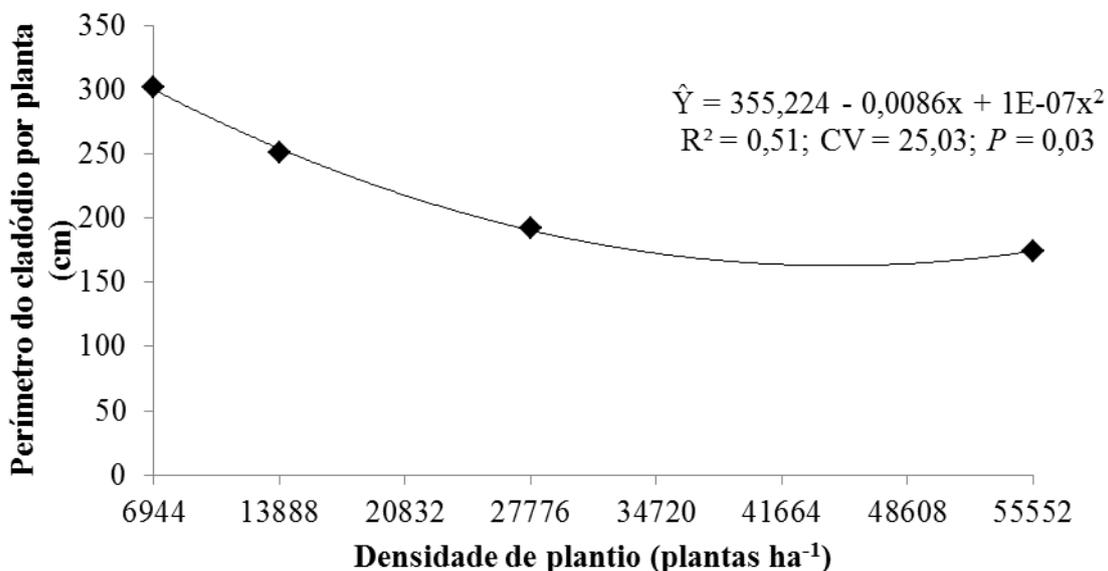
Houve efeito quadrático para perímetro do cladódio por planta com ponto de máximo observado na densidade do plantio em 44.675 plantas com perímetro de 162,122 cm. Foram encontrados 355,224 cm na menor densidade de plantio (6.944 plantas ha<sup>-1</sup>) (Figura 9).

Devido a diferente característica morfológica da palma Orelha de elefante mexicana e miúda, os valores obtidos por Oliveira (2015) não corroboram com a

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

presente pesquisa, tendo verificado que a densidade de plantio influenciou de maneira linear negativa sobre o perímetro do cladódio da palma miúda, onde na menor densidade de plantio (10.417 plantas ha<sup>-1</sup>), o cladódio apresentou 46 cm de perímetro e na maior densidade esse valor era de 43,8 cm, no entanto, a intensidade de corte não exerceu influencia.

Silva et al. (2010) trabalhando com relação entre características morfológicas e produtivas de clones de palma forrageira encontraram as maiores medidas de perímetro, largura, comprimento e espessura nos cladódios primários e reduziram com a emissão de novas ordens de artículos. Essas maiores medidas obtidas nos artículos primários são resultantes de sua idade, já que os artículos primários são mais velhos e têm como função a sustentação dos demais artículos, das flores e dos frutos, bem como o transporte de nutrientes e substâncias orgânicas necessárias para a subsistência da planta.



**Figura 9.** Perímetro do cladódio por planta (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana / IPA 200016 (*Opuntia* sp.), conforme densidade de plantio.

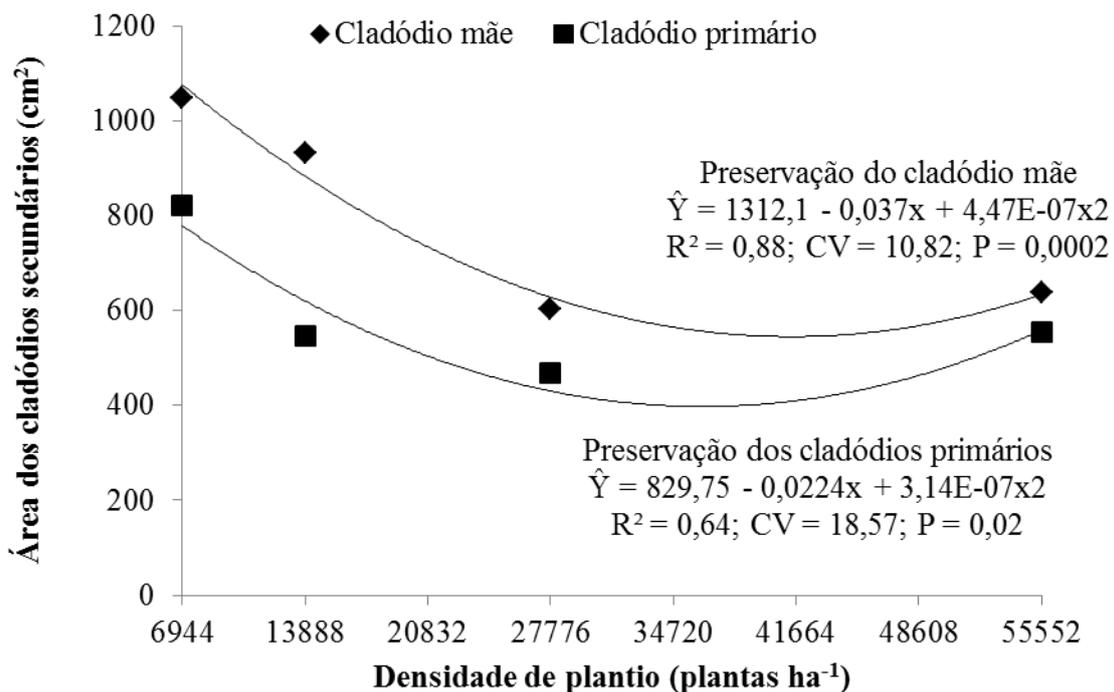
A área dos cladódios secundários foi significativamente influenciada ( $P < 0,05$ ) pela interação entre densidade de plantio e intensidade de corte. Ao incrementar a densidade de plantio observa-se diminuição da área de cladódio. Para menor densidade populacional, 6.944 plantas por ha<sup>-1</sup>, encontraram-se 1.312,10 cm<sup>2</sup> de área do cladódio

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

quando preservado o cladódio mãe e 829,75 cm<sup>2</sup> quando preservado os cladódios primários (Figura 10).

Estudos realizados por Sales et al. (2013), corroboram com a situação encontrada nesta atual pesquisa, sendo mencionado que para área de cladódio e área fotossinteticamente ativa do cladódio houve efeito significativo da densidade populacional. Com o aumento da densidade de plantas observou-se diminuição da área de cladódio.

Segundo Donato (2011), a área é uma importante variável, pois se pode estimar o índice de área do cladódio (IAC). De acordo com Mondragón & Gonzáles (2001), a área do cladódio é depende de suas de dimensões, largura, comprimento e perímetro, medidas essas que são mais determinadas pelo genótipo, sofrendo pouca influência do ambiente e do manejo.

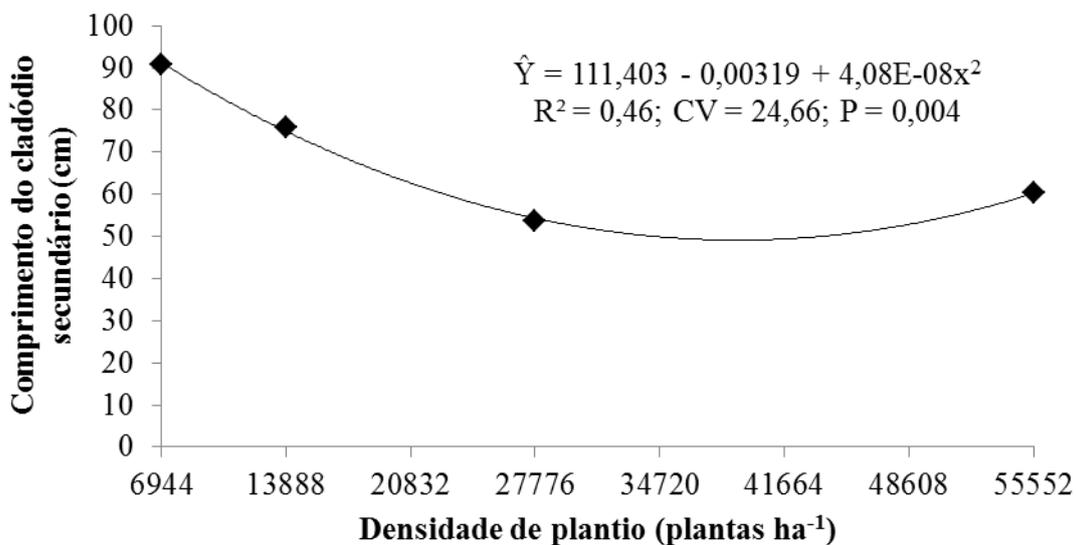


**Figura 10.** Área dos cladódios secundários (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana / IPA 200016 (*Opuntia* sp.), conforme densidade de plantio.

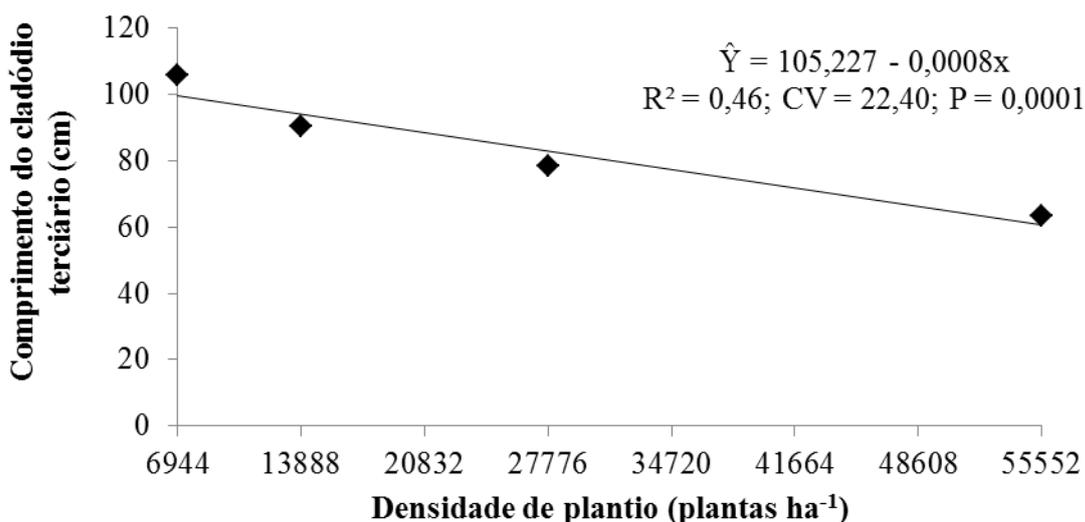
Houve efeito quadrático para comprimento do cladódio secundário com ponto de máxima redução de 39.093 plantas na maior densidade do plantio. O comprimento

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

variou de 111,40 cm na densidade de 6.944 plantas ha<sup>-1</sup> a 49,05 cm, quando atingiu a maior população de 55.555 plantas ha<sup>-1</sup> (Figura 11). Para comprimento de cladódio terciário, houve efeito linear negativo. Com o aumento da densidade de plantio houve a regressão linear (Figura 12).



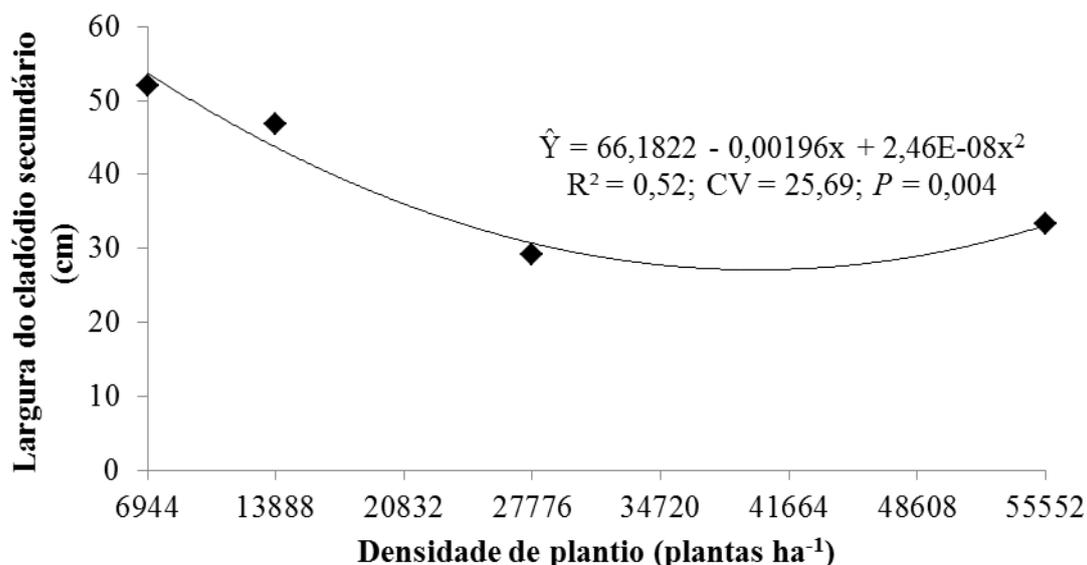
**Figura 11.** Comprimento dos cladódios secundários (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana / IPA 200016 (*Opuntia* sp.), conforme densidade de plantio.



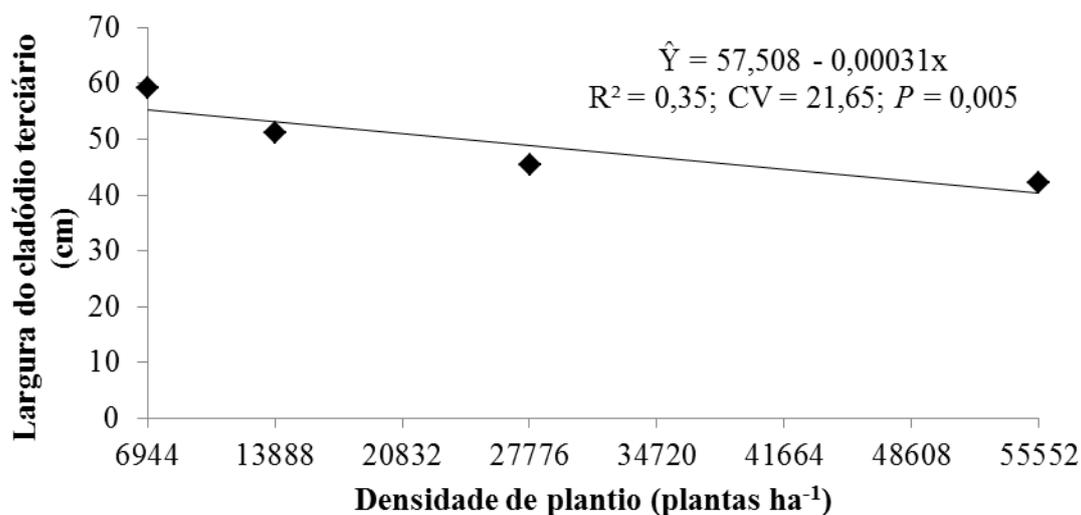
**Figura 12.** Comprimento dos cladódios terciários (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana / IPA 200016 (*Opuntia* sp.), conforme densidade de plantio.

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

Houve efeito quadrático para largura do cladódio secundário com ponto de máxima redução de 39.837 plantas. A largura variou de 66,18 cm na densidade de 6.944 plantas ha<sup>-1</sup> a 27,14 cm, quando atingiu a maior população de 55.555 plantas ha<sup>-1</sup> (Figura 13). Houve efeito linear negativo para variável largura de cladódio terciário. Com o aumento da densidade de plantio houve a regressão linear (Figura 14).



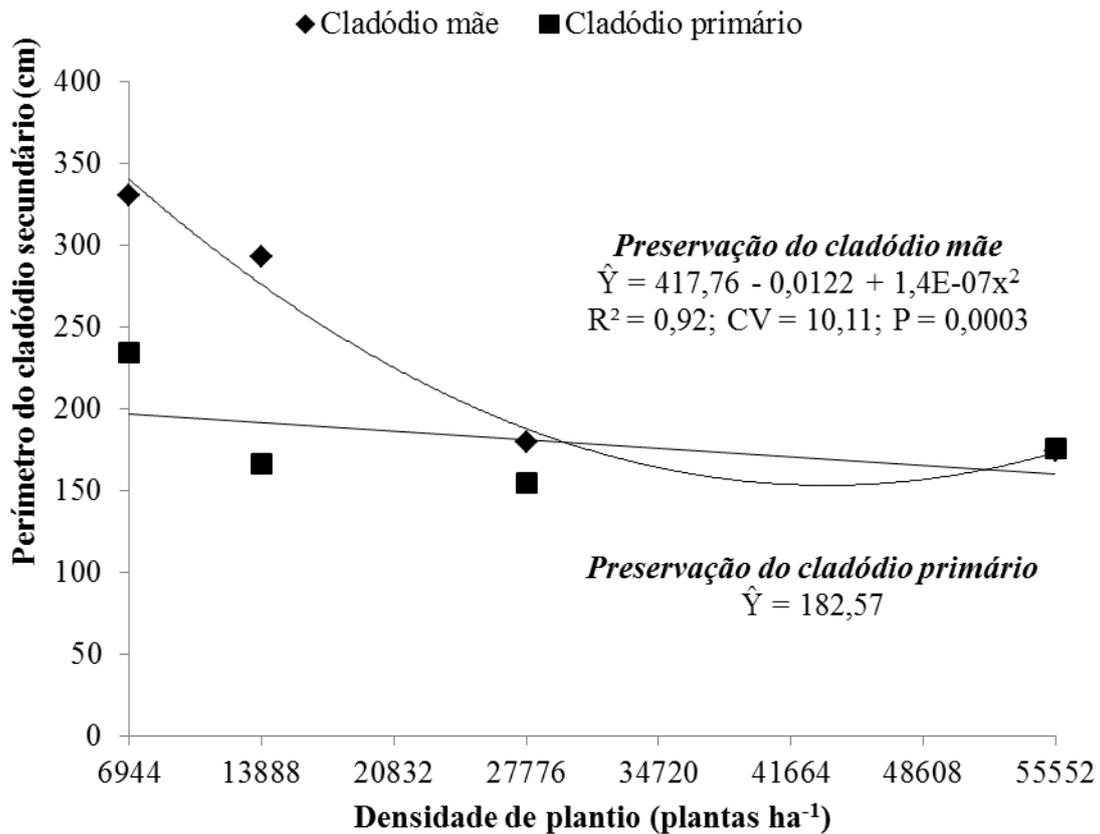
**Figura 13.** Largura dos cladódios secundários (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana / IPA 200016 (*Opuntia* sp.), conforme densidade de plantio.



**Figura 14.** Largura dos cladódios terciários (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana / IPA 200016 (*Opuntia* sp.), conforme densidade de plantio.

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

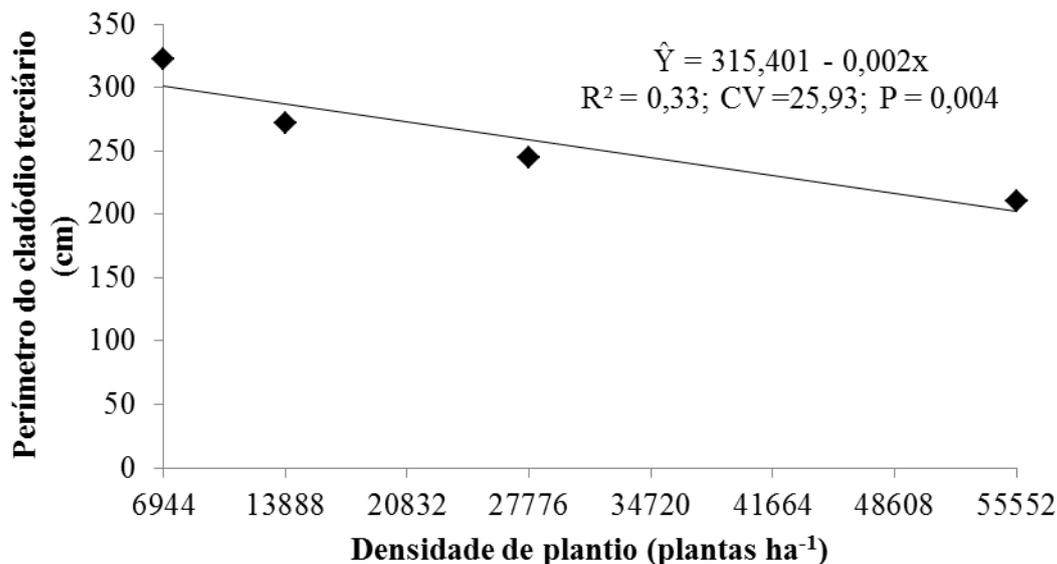
O perímetro de cladódio secundário foi significativamente influenciado pela interação entre densidade de plantio e intensidade de corte (Figura 15). Observou-se que o aumento da densidade de plantio causou uma redução quadrática do perímetro de cladódios secundários, quando preservado o cladódio mãe. Quando preservado o cladódio primário, não houve efeito significativo, obtendo a média de 182,57 cm.



**Figura 15.** Perímetro dos cladódios secundários (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana / IPA 200016 (*Opuntia* sp.), conforme densidade de plantio.

Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para variável perímetro do cladódio terciário quando incrementado com a densidade de plantio. Não houve efeito de interação. Houve uma redução de forma linear negativa com valores variando de 315,40 cm a 204,29 cm nas densidades de plantio 6.944 e 55.555 plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 16).

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**



**Figura 16.** Perímetro dos cladódios terciários (cm) da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana / IPA 200016 (*Opuntia* sp.), conforme densidade de plantio.

Segundo Silva et al. (2010), trabalhando com relação entre características morfológicas e produtivas de clones de palma-forrageira, mencionam, que as maiores medidas de perímetro, largura, comprimento e espessura foram obtidas nos cladódios primários e reduziram com a emissão de novas ordens de artículos. Essas maiores medidas obtidas nos artículos primários são resultantes de sua idade, já que os artículos primários são mais velhos e têm como função a sustentação dos demais artículos, das flores e dos frutos, bem como o transporte de nutrientes e substâncias orgânicas necessárias para a subsistência da planta. As características número, ângulo, perímetro, largura, comprimento e espessura de artículos terciários apresentaram coeficientes de variação muito altos se comparados aos coeficientes de variação das ordens. Isso provavelmente ocorreu porque alguns artículos terciários estavam expandidos e outros em expansão, o que resultou em diferenças nos resultados.

Não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) para a variável produção de matéria seca (PMS) (Tabela 2) e índice de área do cladódio (IAC) (Tabela 3). Possivelmente o lento crescimento, a queda de alguns cladódios durante avaliação, a competição de nutrientes entre as palmas e as invasoras em diferentes espaçamentos podem ter interferido no crescimento e desenvolvimento da cultura.

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

**Tabela 2.** Média da produção de matéria seca (PMS) sobre efeito da densidade do plantio e intensidade de corte

<b>Densidade de plantio</b>	<b>PMS</b>
6.944	31,34
13.888	30,42
27.777	32,23
55.555	38,26
<b>Intensidade de plantio</b>	
Cladódio mãe	28,80
Cladódio primário	37,32

**Tabela 3.** Média do índice de área do cladódio (IAC) sobre efeito da densidade do plantio e intensidade de corte

<b>Densidade de plantio</b>	<b>IAC</b>
6.944	5,19
13.888	5,64
27.777	4,62
55.555	6,69
<b>Intensidade de plantio</b>	
Cladódio mãe	5,20
Cladódio primário	5,86

A palma forrageira alcança boa produtividade se manejada corretamente, com tratamentos culturais e manejos de colheita adequados. As características morfofisiológicas, notadamente o lento crescimento devido ao metabolismo fotossintético MAC e o baixo IAC (índice de área de cladódio) determinam a dinâmica de colheita para obtenção de maior produtividade (Santos et al., 2011).

Segundo Farias et al. (2000), trabalhando com manejo de colheita e espaçamento da palma forrageira em consórcio com sorgo granífero, no Agreste de Pernambuco, verificaram que com o espaçamento mais adensado se obtêm maiores produções, porém

## **AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

esse sistema de plantio requer maiores investimentos na implantação e existem dificuldades no trato cultural do palmar.

Petinare et al. (2012) afirmaram que cultivos adensados de palma apresentam maior absorção de luz solar, maior eficiência fotossintética e menor ação de plantas daninhas, quando comparados a espaçamentos tradicionais, resultando em maior eficiência dos recursos naturais por unidade de área cultivada.

Segundo Ramos et al. (2011), trabalhando com crescimento vegetativo de *Opuntia ficus-indica* Mill em diferentes espaçamentos de plantio, relatam que as variáveis morfológicas apresentaram alta influência sobre o rendimento da cultura, com ênfase para o índice de área do cladódio, que variou em função do clone, mas também depende das condições edafoclimáticas e da densidade populacional.

### **4. CONCLUSÃO**

A densidade de plantio e intensidade de corte influenciou no comportamento morfológico da palma forrageira orelha de elefante mexicana / IPA – 200016 nas variáveis altura e largura da planta, número de cladódios, comprimento e largura dos cladódios secundários e terciários. A maior densidade populacional ocasionou redução de todas as variáveis estudadas, exceto PMS e IAC. A altura e largura por planta foram favorecidas quando preservados os cladódios de ordem primária na colheita.

### **5. REFERÊNCIAS**

AGUILAR, B. G. Experiencias em La producción de nopal (*Opuntia* spp.) em el área de Chapingo México. **Sociedad Mexicana de Fitogenética**, v.10, p. 8-9, 1991.

CAVALCANTE, L. A. D.; SANTOS, G. R. A.; SILVA; L. M.; FAGUNDES, J. L.; SILVA, M. A. Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo. **Pesq. Agropec. Trop.**, v. 44, n. 4, p. 424-433, out./dez. 2014.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Arcoverde**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

DONATO, P. E. R. Características morfológicas, de rendimento e nutricionais da palma forrageira sob diferentes espaçamentos e doses de esterco. Itapetinga – BA, 2011. 135p. Tese (Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

**EMBRAPA** (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). Sistemas de Produção, 2002. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteSemiArido/infra/palma.html>>>. Acesso em 03 Out. 2015.

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 fícus indica* Mill). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1560-1568, 2003.

PETINARI, R. A.; SORATTO, R. P.; SOUZA-SCHLICK, G. D.; ZANOTTO, M. D.; BERGAMASCO, S. M. P. P. Custos de produção e lucratividade de cultivares de mamona em diferentes arranjos de plantas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.2, p.143-149, 2012.

PINHEIRO, K. M.; SILVA, T. G. F.; CARVALHO, H. F. S.; SANTOS, J. E. O.; MORAIS, J. E. F.; ZOLNIER, S.; SANTOS, D. C. Correlação do índice de área do cladódio com características morfogênicas e produtivas da palma forrageira. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.49, n.12, p.939-947, dez. 2014.

MARTINS, M. C.; SAMPAIO, J. C.; RIBEIRO, A. G. et al. Épocas de semeadura, densidades de plantas e desempenho vegetativo de cultivares de soja. **Scientia Agricola**, v.56, n.4, p.851- 858, 1999.

MONDRAGÓN-JACOBO, C.; PÉREZ-GONZÁLEZ, S. Germplasm resources and breeding *opuntia* for fodder production. In: MONDRAGÓN-JACOBO, C. & PÉREZ-GONZÁLEZ, S. **Cactus (*Opuntia spp*) as forage**. FAO. Romi. p.21-28. 2001.

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

NOBEL, P. S., BOBICH, E. G. 2002. Environmental Biology. In: Nobel, P.S. (Ed.), Cacti: Biology and Uses, University of California Press, California, pp.57-74.

OLIVEIRA, C. G. S. **Caracteres morfológicos e produtivos da palma forrageira Miúda em diferentes sistemas de cultivo**. 2015. 97p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

RAMOS, J.P. de F.; LEITE, M.L. de M.V.; OLIVEIRA JUNIOR, S. de; NASCIMENTO, J.P. do; ANTOS, E.M. Crescimento vegetativo de Opuntia ficus-indica em diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Caatinga**, v.24, p.41-48, 2011.

SALES, A. T.; LEITE, M. L. M. V.; ALVES, A. Q.; RAMOS, J. P. F.; NASCIMENTO, J. P. Crescimento vegetativo de palma forrageira em diferentes densidades de plantio no Curimatú Paraibano. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, João Pessoa, v. 7, n. 1, p. 19 - 24, 2013.

SANTOS, M. V. F.; CUNHA, M. V.; LIRA, M. A.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; FREIRE, J. L.; PINTOS, M. S. C.; SANTOS, D. C.; SOUZA, T. C.; SOUZA, T. C.; SILVA, M. C. **Manejo da palma forrageira**. In: 2º CONGRESSO BRASILEIRO DE PALMA E OUTRAS CACTACEAS, Garanhuns-PE, p.1-15, 2011.

SAS Institute Inc. 2001. SAS Statistics User's Guide. Version 8.2. SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.

SILVA, T. G. F.; PRIMO, J. T. A.; SILVA, S. M. S.; MOURA, M. S. B.; SANTOS, D. C.; SILVA, M. C.; ARAÚJO, J. E. M. Indicadores de eficiência do uso da água e de nutrientes de clones de palma forrageira em condições de sequeiro no Semiárido brasileiro. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 2, p.184-191, 2014.

Avaliação de características morfológicas e comparação de métodos de estimativas de índice de área de cladódio na palma forrageira.2009. 68p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia –Área de Forragicultura) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

**AMORIM, S. O. Características morfológicas e produtivas da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a diferentes densidades de plantio e intensidades de corte no semiárido pernambucano**

SILVA, R. G. et al. Morfologia do dossel e produtividade da palma forrageira com dois espaçamentos, dois tipos de solos e duas direções de plantio. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 3., 2007, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa: EMEPA-PB, 2007. V.1, 420p.

SILVA, N. G. M.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; MELLO, A. C. L.; SILVA, M. C. Relação entre características morfológicas e produtivas de clones de palma-forrageira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Salvador, v.39, n. 11, p.2389-2397, 2010.

SILVA, L. M.; FAGUNDES, J. L.; VIEGAS, P. A. A.; MUNIZ, E. N.; RANGEL, J. H. A.; MOREIRA, A. L.; BACKES, A. A. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciência Rural**, v.44, n.11, p.2064-2071, nov, 2014.