



Universidade Federal do Vale do São Francisco

Rafael Sene Rocha

Caracterização estrutural e produtividade de
genótipos da palma forrageira irrigada em diferentes
intervalos de corte

Petrolina 2016

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

Rafael Sene Rocha

**Caracterização estrutural e produtividade de
genótipos da palma forrageira irrigada em diferentes
intervalos de corte**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Ciência Animal da Universidade Federal do Vale do São Francisco como requisito da obtenção do título de mestre.

Professor Orientador: Tadeu Vinhas Voltolini

Petrolina 2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

RAFAEL SENE ROCHA

**Caracterização estrutural e produtividade de
genótipos da palma forrageira irrigada em diferentes
intervalos de corte**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Dr. Tadeu Vinhas Voltolini
Embrapa Semiárido

Ph.D. Guilherme Ferreira da Costa Lima
Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte

Dr. Thieres George Freire da Silva
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Petrolina, 29 de fevereiro de 2016

R672p Rocha, Rafael S.
Caracterização estrutural e produtividade de genótipos da palma
forrageira irrigada em diferentes intervalos de corte / Rafael Sene
Rocha. -- Petrolina, 2016.
xi; 44f.: il.; 29 cm.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal
do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina-PE,
2016.

Orientador: Prof. Dr. Tadeu Vinhas Voltolini.

Referências.

1. Palma forrageira. 2. Irrigação. I. Título. II. Universidade Federal
do Vale do São Francisco

CDD 633.2

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Biblioteca SIBI/UNIVASF

Dedico

**À minha família e meus amigos,
de sangue ou não, que a vida me
proporcionou por estas estradas
que percorri.**

Dedico às cabras e ovelhas ...

Agradecimentos

Ao meu pai e minha mãe pela educação e ensinamentos que sempre me proporcionaram; aos meus avós pelo carinho sem limites; minhas irmãs pela amizade e fraternidade de uma vida toda; e que toda esta base familiar, vezes distante, sempre me conduziu para buscar meus objetivos com responsabilidade.

À minha esposa Diandra, sempre ao meu lado, compreensiva com minhas madrugadas, sábados, domingos e feriados nos estudos e trabalhos, e com minhas mãos espinhadas de palma.

Ao meu filho Pedro, gerado e nascido durante o período do mestrado, o maior tesouro da minha vida.

À Agro Curaçá, que disponibilizou e proporcionou que as pesquisas fossem realizadas na área de estudos da fazenda, aliando teoria e prática, para buscarmos respostas e contribuirmos para o desenvolvimento do agronegócio no semiárido brasileiro.

Ao meu orientador e amigo, Dr. Tadeu Vinhas Voltolini, que com muito conhecimento, paciência e dedicação, de fato me orientou para a condução deste experimento, e mais que isso, continuarei sempre pedindo suas orientações para a condução dos projetos e trabalhos pessoais e profissionais com a caprinovinocultura.

Ao co-orientador Carlos Gava pela contribuição na execução no trabalho.

À Embrapa Semiárido pela disponibilidade dos pesquisadores e laboratórios.

À UNIVASF - Universidade Federal do Vale do São Francisco, pela oportunidade de realização do curso.

RESUMO

A palma forrageira recebendo aporte adicional de água pode se constituir em alternativa alimentar para os rebanhos da região semiárida brasileira, entretanto são escassas as informações sobre as respostas produtivas e estruturais dos genótipos, assim como do intervalo de cortes da planta. O experimento foi conduzido na Fazenda Agro Curaçá, no município de Curaçá-BA, realizado no período de maio de 2014 a setembro de 2015, com três genótipos de palma forrageira, a Orelha de Elefante Mexicana (OEM) (*Opuntia stricta* (Haw.) Haw.), IPA 20 (*Opuntia ficus indica* (Mill) e a Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm. Dyck) e intervalos de corte, de 4, 8, 12 e 16 meses após o plantio. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas tendo os genótipos dispostos nas parcelas e os intervalos de corte nas subparcelas, com quatro repetições por tratamento, totalizando 48 unidades experimentais. O avanço no intervalo de corte promoveu aumento linear na massa de forragem (kg de MS (matéria seca) /planta, kg de MV (matéria verde) /planta, kg de MS/ha e kg de MV/ha), na altura e largura da planta, no número de cladódios e no índice de área de cladódios (IAC), além de ter reduzido a eficiência de uso da água (EUA) dos três genótipos avaliados. A OEM e a IPA 20 apresentaram maiores massas de forragem (kg de MS/planta e Kg de MS/ha) em relação a Miúda. A Miúda e OEM tiveram maior IAC que a IPA 20 e a OEM apresentou maior taxa de acúmulo de forragem e EUA que a IPA 20 e a Miúda. O avanço no intervalo de cortes de 4 a 16 meses, após o plantio, interfere nas características estruturais e produtivas da palma forrageira irrigada, independentemente do genótipo.

Palavras-chave: fertirrigação, índice de área de cladódio, *Nopalea* sp., *Opuntia* sp.

ABSTRACT

The spineless cactus receiving additional water may constitute an alternative for the flocks of the Brazilian semiarid; however, the information about production and structural responses of the genotypes, as well as the cutting intervals are scarce. The experiment was conducted at the Agro Curaçá farm in the municipality of Curaçá-BA conducted from May 2014 to September 2015, with three genotypes of cactus, the Orelha de Elefante Mexicana (OEM) (*Opuntia stricta* (Haw.) Haw.) IPA 20 (*Opuntia ficus indica* (Mill.) and Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm. Dyck) and cutting interval of 4, 8, 12 and 16 months after planting. The experimental design was a randomized block with split plot (genotypes in the plots and cutting intervals in the subplots), with four replicates per treatment, totaling 48 experimental units. Increasing the cutting interval promoted linear increase in the forage mass (kg DM (dry matter) / plant, kg GM (green matter) / plant, kg DM / ha and kg GM / ha), the height and width of the plant, the number of cladodes and cladodes area index (CAI), and have reduced water use efficiency (WUE) of the three genotypes. The OEM and the IPA 20 showed higher forage mass (kg DM / plant and kg DM / ha) compared to Miúda. The Miúda and OEM exhibited higher CAI than IPA 20 and OEM showed higher forage accumulation rate and WUE than the IPA 20 and Miúda. The increase in the cutting interval from 4 to 16 months after planting interfered with structural and productive characteristics of the irrigated forage cactus, increasing the forage mass, the height and width of plants, regardless the genotype Miúda, OEM or IPA 20.

Keywords: fertigation, cladode area index, *Nopalea* sp., *Opuntia* sp.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dados climáticos obtidos durante o período experimental	22
Figura 2 - Volume de água aplicado pela irrigação e obtido pela precipitação pluvial durante o período experimental	22
Figura 3 – Massas de forragem (kg de MV/planta (A), kg de MS/planta (B), kg de MV/ha (C) e kg de MS/ha (D)) de genótipos de palma forrageira em diferentes intervalos de corte, no município de Curaçá-BA	25
Figura 4 – Taxa de acúmulo de forragem (TAF) (g de MV/planta/dia) de genótipos de palma forrageira em diferentes intervalos de corte, no município de Curaçá-BA	28
Figura 5 – Área de cladódio (cm ²) e índice de área de cladódio (m ² /m ² de área) de genótipos de palma forrageira em diferentes intervalos de corte, no município de Curaçá-BA	29
Figura 6 – Teor de matéria seca de genótipos de palma forrageira em diferentes intervalos de corte, no município de Curaçá-BA	31
Figura 7 – Eficiência de uso de água de genótipos de palma forrageira em diferentes intervalos de corte, no município de Curaçá-BA	32
Figura 8 – Altura da planta (cm) e largura da planta (cm) de genótipos de palma forrageira em diferentes intervalos de corte, no município de Curaçá-BA	33
Figura 9 – Número de cladódios por planta, peso do cladódio, comprimento do cladódio e largura do cladódio de genótipos de palma forrageira em diferentes intervalos de corte, no município de Curaçá-BA	35

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Características produtivas, teor de matéria seca (MS) e eficiência de uso da água (EUA) de genótipos de palma forrageira irrigada cortada em intervalos de 4, 8, 12 e 16 meses no município de Curaçá/BA	30
Tabela 2 – Características estruturais e índice de área de cladódio (IAC) de genótipos de palma forrageira irrigada cortada em intervalos de 4, 8, 12 e 16 meses no município de Curaçá/BA	35

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1. Semiárido brasileiro	13
2.2. Palma forrageira	14
2.3. Influência do manejo na palma forrageira	17
2.4. Palma Irrigada	19
3. METODOLOGIA	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5. CONCLUSÃO	36
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

1. INTRODUÇÃO

A palma forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) é uma planta que possui capacidade de adaptação em regiões áridas e semiáridas, tolerando condições de altas temperaturas, solos diversos, e que necessita de manejo simples (FAO, 2001).

Esta planta tem seu crescimento vegetativo relacionado ao conteúdo de água no solo, em decorrência dos principais processos fisiológicos e bioquímicos serem dependentes de água, a exemplo da fotossíntese, respiração, transpiração e absorção de nutrientes (SAMPAIO et al., 2005). Portanto, os elementos do clima são fundamentais para potencializar o crescimento e a produtividade da palma. De acordo com Nobel (2001), o crescimento da palma está climaticamente relacionado a ocorrência de pelo menos 400 a 800 mm anuais de chuva.

Porém, nos últimos anos, na região semiárida do Brasil e, especificamente no Sertão do São Francisco, no estado da Bahia, assim como no Submédio do São Francisco, em Pernambuco, os índices pluviométricos foram muito próximos ou inferiores a 400 mm anuais. No município de Juazeiro/BA, a precipitação pluvial anual foi de 490,9 mm – 297,5 mm – 243,3 mm – 284,2 mm e 490,7 mm, respectivamente, nos anos de 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014, volumes estes considerados insuficientes para o cultivo da palma e que tem inviabilizado a exploração desta planta como alternativa alimentar para os rebanhos na região.

Por outro lado, estudos recentes têm demonstrado que o aporte adicional de água para a palma pode ser uma estratégia interessante para o estabelecimento do palmal e elevação da produtividade da área (QUEIROZ et al. 2015). Esta prática baseia-se na elevada eficiência de uso de água desta planta, que por sua vez possui o metabolismo ácido das crassuláceas (MAC) como via para a biossíntese de carboidratos à partir da fotossíntese (SILVA et al., 2014a; QUEIROZ et al., 2015).

Recentemente, os cultivos de palma com irrigação tem ganhado espaço na tentativa de reduzir os riscos de perdas dos cultivos, já que há elevado custo de implantação e manutenção das áreas (ALVES et al., 2007).

Entretanto, a prática de fornecimento de água, por meio da irrigação, pode promover alterações na dinâmica de crescimento da planta em relação à palma cultivada em sequeiro e, em consequência, a necessidade de gerar novas estratégias de manejo para a palma irrigada. Em condição de dependência de chuva, os cortes na palma são realizados de dois a quatro anos após o plantio (ALMEIDA, 2011), enquanto para a palma irrigada este intervalo pode ser excessivo.

Neste caso, cortes com intervalos menores, podem permitir maior produtividade por unidade de área e a utilização antecipada da forragem pelo produtor, sem que se tenha diminuição de qualidade da forragem oferecida e perdas econômicas. O estabelecimento do intervalo de corte da palma forrageira irrigada é informação técnica de grande importância no manejo de palmas.

Este experimento teve como objetivo avaliar as características estruturais e as respostas produtivas de três genótipos de palma forrageira, a Orelha de Elefante Mexicana (OEM) (*Opuntia stricta* (Haw.) Haw.) cv. Orelha de Elefante Mexicana), a palma IPA 20 (*Opuntia ficus indica* (Mil.) cv. IPA 20) e a palma Doce ou Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), em quatro intervalos de corte (4, 8, 12 e 16 meses), após o plantio.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Semiárido Brasileiro

O Semiárido brasileiro ocupa cerca de 65% da área total da região Nordeste brasileira, abrangendo 969.589,4 km² (Ministério da Integração Nacional, 2005), compreendendo um conjunto de unidades geo-ambientais, onde ocorre vegetação dos diferentes tipos de caatinga e cerrado, apresentando irregularidade de distribuição de chuvas e altas taxas de evapotranspiração (LIRA et al., 1990). A região apresenta população estimada em 22 milhões de habitantes, dos quais 8,4 milhões vivem no meio rural, onde uma das principais atividades é a pecuária.

A vegetação da caatinga é a principal fonte de alimentação dos rebanhos, porém com baixa capacidade de suporte. Um dos grandes desafios regionais é a definição e a adoção de sistemas de produção que sejam sustentáveis e que ofereçam vantagens competitivas aos produtores rurais (PEREIRA et al., 2008).

Na região semiárida a produção de forragem é afetada pela escassez e irregularidade de chuvas, (FERREIRA et al., 2009). Estas variações na quantidade de forragem ao longo do ano têm efeitos marcantes no aporte de alimento para os rebanhos e no desempenho produtivo. Além da redução na quantidade de forragem produzida pelos pastos, ocorre também acentuada diminuição na qualidade da forragem produzida, em consequência do elevado processo de lignificação da parede celular das plantas (PEREIRA et al., 2008).

A Caatinga, apresenta em média 4 t de MS/ha/ano de massa de forragem (ARAÚJO FILHO, 1995), entretanto, deste total, apenas parte da forragem produzida fica disponível para o animal, com grande variação em função de fatores ambientais, como a estação do ano, chuvosa ou seca e de fatores antrópicos, especialmente quanto à forma e a intensidade de uso dos recursos forrageiros. Em adição, Cavalcanti e Resende (2006), relatam que a forragem proveniente da caatinga, de forma exclusiva, é insuficiente para o suporte forrageiro, sobretudo durante o período seco do ano.

Deste modo, alternativas complementares são necessárias para o aumento do aporte alimentar aos rebanhos, a exemplo de plantas forrageiras xerófilas (DUARTE, 2002). Devido a sua adaptação ao Semiárido e características nutricionais, a palma forrageira que merece destaque como planta forrageira para a região (ALMEIDA et al., 2012).

A palma na alimentação deve ser fornecida aos animais balanceada com fontes de fibras, e dentre as várias opções, o pastejo das plantas disponíveis na caatinga se apresenta como o mais comumente utilizado (BATISTA et al., 2013; ALMEIDA et al., 2012). É importante ressaltar que o consumo de palma resulta também na diminuição da ingestão hídrica pelo animal, uma vez que esse alimento possui elevado teor de umidade (PERISSINOTO et al. 2005; VIEIRA et al. 2006).

2.2. Palma forrageira

Endêmica das Américas, a palma forrageira é encontrada em todos os continentes, em regiões que vão de 4.700 m de altitude, como nas montanhas do Peru, ao nível do mar. Pode produzir em locais onde as temperaturas chegam facilmente a abaixo de zero até em campos áridos da África, onde a temperatura diurna pode ultrapassar os 50 °C (NOBEL, 1998).

No Brasil, estima-se que há aproximadamente 600.000 hectares cultivados com a palma, com predominância na região semiárida (DUBEUX JUNIOR et al., 2013), sendo esta planta considerada como um dos mais importantes recursos alimentares para os ruminantes na região (SILVA et al., 2012). Por possuir até 90% de água em sua composição, a palma forrageira é uma alternativa para o aporte hídrico aos rebanhos, além de ser de fácil plantio e uso (ALMEIDA et al., 2012). A palma apresenta também a vantagem de poder ser armazenada no próprio campo, sendo colhida no momento necessário, sem perda significativa de qualidade da forragem (MENEZES et al., 2005).

No Nordeste do Brasil são cultivadas, principalmente, duas espécies de palma, a *Opuntia ficus-indica* Mill, com as cultivares Gigante e Redonda e a *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck, cultivar palma Miúda ou Doce. Estas cultivares têm contribuído significativamente para a alimentação dos rebanhos nos períodos de secas prolongadas, sendo considerada como fonte energética, já que pode possuir 70 a 75% de nutrientes digestíveis totais (NDT) (SANTOS et al., 2006).

A Orelha de Elefante Mexicana (OEM) possui como característica a alta produtividade e a resistência à Cochonilha do Carmin, praga muito prejudicial e de grande impacto econômico e produtivo. O clone IPA 20, obtido pelo programa de melhoramento do IPA-UFRPE, vem se destacando como mais produtivo quando comparado à palma Gigante tradicional, com superioridade aproximada de 50% (SANTOS et al., 1997).

A palma Miúda é uma planta de porte pequeno e caule bastante ramificado. Possui raquetes menores, porém em maior número, pesando cerca de 350 g, com quase 25 cm de comprimento, forma acentuadamente obovada (ápice mais largo que a base) e coloração verde intenso brilhante. As flores são vermelhas e sua corola permanece meio fechada durante o ciclo. O fruto é uma baga de coloração roxa. Comparando com a *Opuntia*, é a mais nutritiva e apreciada pelo gado, porém apresenta menor resistência à seca (SILVA e SANTOS, 2006).

A palma é uma planta que apresenta características morfofisiológicas que a torna tolerante a longas estiagens. Devido ao seu mecanismo de fixação do CO₂ atmosférico (Metabolismo Ácido das Crassuláceas – CAM), esta planta apresenta elevada eficiência no uso da água e altas produtividades anuais (SANTOS et al., 2011). Em estudo com o objetivo de comparar a eficiência de uso da água de genótipos de palma forrageira, Silva et al. (2014a), verificaram que a Orelha de Elefante Mexicana foi mais eficiente que a Miúda.

A palma como a maioria das cactáceas possui o aparelho fotossintético localizado nos cladódios, pois a planta não possui folhas e o processo fotossintético realiza fixação do CO₂ à noite. Essas características são adaptações da planta em condições de pouca disponibilidade de água (SAMPAIO, 2011).

Segundo Larcher (2000), diferentemente de outras plantas xerófilas, as cactáceas apresentam seu sistema radicular superficial, que em condições normais, tem profundidade máxima de 30 cm. No entanto, exploram quase toda a porção superficial do solo, com uma capacidade elevada de absorção de água das chuvas. A palma apresenta um sistema complexo com quatro tipos de raízes, sendo: raízes estruturais; raízes absorventes; raízes esporas; e raízes originadas nas aréolas dos cladódios (HILLS, 1995).

Quando a planta é submetida a déficit de água, ocorre no seu interior uma série de reações bioquímicas tentando contornar esta situação. Nobel e Zutta (2008) sugerem que há evidências de sinais químicos das raízes das cactáceas que agem diretamente no comportamento dinâmico dos estômatos em condições de déficit hídrico no solo. Além disso, o déficit hídrico estimula a expansão do sistema radicular para zonas mais profundas e úmidas do perfil do solo.

Outra grande vantagem adaptativa da palma é a de possuir seu caule na forma de cladódio, com alto conteúdo hídrico e uma baixa frequência estomática, sendo de 2.500 a 3.000 estômatos por cm², 10 vezes menor que uma planta C3 (PIMENTEL, 1998). O parênquima esponjoso da palma é responsável pelo volume armazenado de água para o clorênquima, onde está localizado o aparato fotossintético. Essa é outra grande vantagem de adaptação, pois faz com que o clorênquima se mantenha hidratado, permitindo assim a fotossíntese mesmo em condições de estresse hídrico prolongado (NOBEL, 2001). Os cladódios são cobertos por uma cutícula que controla a evaporação, permitindo o armazenamento de água até o teor de 90 a 93% (SILVA & SANTOS, 2006).

Com todas estas características, a palma durante as primeiras semanas de seca apresenta poucas mudanças, resultado da capacidade de armazenamento da água nos cladódios e as baixas exigências hídricas inerentes do metabolismo ácido das crassuláceas (NOBEL, 2001). Somente após dois meses de seca é que pode ser observada uma perda pequena diária do CO₂, isto acontece porque neste momento a respiração começa a se tornar maior que a fotossíntese líquida.

A palma pode manter sua fotossíntese máxima até 15 dias depois de acabar o suprimento de água do solo e depois mantém taxas decrescentes de fotossíntese, com períodos de abertura de estômatos cada vez menores. Naturalmente, estes períodos dependem da temperatura e da umidade relativa do ar, principalmente à noite (SAMPAIO et al., 2005).

A palma apresenta eficiência no uso da água até 11 vezes maior quando comparadas com plantas de mecanismo C3 (ALVES et al. 2007). Como essa planta tem alta eficiência no uso da água, a aplicação deste recurso natural tão importante para o semiárido é inferior ao utilizado para outras culturas forrageiras, permitindo maior produtividade de forragem com menor uso de água.

2.3. Influência do manejo na palma forrageira

A palma forrageira destaca-se na região semiárida brasileira pelo alto potencial de produção de forragem por unidade de área (VERAS et al., 2002; SAMPAIO et al., 2005).

Pela importância que a palma desempenha dentro do setor agropecuário do Semiárido, várias técnicas de manejo, plantio e colheita, vem sendo conduzidas com a finalidade de proporcionar aumento na produtividade dos palméis. Segundo Oliveira Junior et al. (2009), alguns estudos tem sido conduzidos no Brasil com a finalidade de se encontrar a distância entre linhas e plantas que se ajuste melhor aos sistemas de produção adotados pelos produtores rurais.

A palma é considerada uma reserva estratégica de forragem e, neste caso, a frequência de corte pode variar conforme a necessidade do produtor e das condições climáticas de cada região dentro do semiárido. Em diagnóstico realizado por Almeida (2011) na região semiárida do Estado da Bahia, observou-se que a colheita da palma forrageira é realizada em intervalos de um a três anos ou quando se faz necessário, isto é, sob dependência do período de estiagem e da escassez de forragem para os rebanhos.

Segundo Santos et al. (2010), a colheita da palma usualmente é feita a cada dois anos e relataram a necessidade de preservar uma área de cladódio residual para promover rebrota vigorosa e maior longevidade do palmal.

A quantidade de matéria seca colhida é dependente de diferentes fatores de manejo e varia conforme o nível de adubação e número de colheitas. Menezes et al. (2005), analisando a produtividade da palma forrageira em 50 propriedades rurais do semiárido do Nordeste do Brasil, constataram que, dentre as variáveis estudadas, o nível de P e de K extraível do solo foram os fatores que mais apresentaram correlação com a produtividade da palma.

Como qualquer outra planta, a palma necessita de adubação, sendo um fator determinante na produção de matéria verde, exigindo maior quantidade quando se trata de plantio de palma adensado, onde a produção de matéria seca aumentou em torno de 80% se comparada com o cultivo tradicional (SILVA e SANTOS, 2006). Além da fertilidade, é fundamental, também, que os solos tenham boa drenagem, uma vez que as palmas não toleram ambientes encharcados (SANTOS, 2006).

Considerando que a estrutura fundiária na região Nordeste do Brasil é formada na sua maioria por pequenas propriedades, o uso de adubação é uma importante estratégia de manejo para aumentar a eficiência de produção de forragem (DUBEUX JUNIOR et al., 2010). Vale destacar que a palma forrageira extrai cerca de 360 kg de N, 64 kg de P, 1.032 kg de K e 940 kg de Ca, por hectare a cada dois anos, sem considerar os outros macros e micronutrientes (DUBEUX JUNIOR e SANTOS, 2005). Desta forma, se não houver reposição de nutrientes via adubação ocorrerá uma redução na produtividade e qualidade da forragem. O nível de adubação é fator determinante na produtividade do palmal (TELES et al., 2002).

Com o adensamento do plantio, Ramos et al. (2011) verificaram que a produção foi incrementada, porém, a composição químico-bromatológica não teve influência significativa dos espaçamentos. Estes autores concluíram que o plantio adensado aumentou a produtividade de MV e MS de cinco cultivares de *Opuntia ficus-indica*.

Dubeux Junior et al. (2006) e Nascimento et al. (2011), também determinaram que nas maiores densidades de população, ocorre maior rendimento de massa verde. Dubeux Junior et al. (2006) concluíram que o número de cladódios por planta foi superior na menor densidade de plantio, devido à maior superfície de solo explorada. Por outro lado, a palma

adensada tem mais plantas por unidade de área, sendo assim, o número de cladódios por área é maior nas parcelas com maior população de plantas. Ainda segundo Nascimento et al. (2011), o crescimento da palma forrageira é influenciado pela densidade de plantio, tendendo à redução de número, tamanho, forma e peso dos cladódios, com este aumento da densidade populacional. Em outro experimento verificou-se que não houve interação entre genótipos e densidades de cultivo, para produtividade e peso de cladódio. Devido ao menor número de cladódios por planta, as palmas Gigante e Redonda apresentaram cladódios mais pesados, quando comparadas com a palma Miúda. Essa, por sua vez, apresentou cladódios mais leves, porque a planta necessita distribuir os nutrientes para uma grande quantidade de cladódios.

Buscando o aumento de produtividade, e alternativas para os longos períodos de seca, a realização de eventos de irrigação tem sido uma prática de grande importância para o sistema de produção nesta região, já que a palma na maioria das situações é a principal fonte de suporte forrageiro para o produtor rural do semiárido alimentar seu rebanho. Para um bom manejo de irrigação, deve-se considerar o processo de evapotranspiração, bem como a resposta das plantas as diferentes condições de disponibilidade de água no solo, que por sua vez, varia em função de fatores como espécie, variedade, fases fenológicas, clima, solo, técnicas de manejo, sistemas de produção e época do ano (LÓPEZ-URREA et al., 2009).

Apesar da palma ser uma espécie bem adaptada a estas regiões, mesmo assim as condições climatológicas locais exercem uma forte influência no seu crescimento e no desenvolvimento, logo que o déficit hídrico promove uma redução do conteúdo de água e do potencial hídrico, resultando em perda de turgescência, fechamento dos estômatos, redução do crescimento e conseqüentemente, redução da produção final (FERREIRA, 2007).

Resultados mostraram tendência de que lâminas na faixa entre 1048 a 1096 mm, em base anual, promovem melhores respostas da cultura. Os valores médios do número de cladódios, biomassa verde e seca durante 380 dias, em condições irrigadas, foram superiores aos observados na literatura em cultivos de sequeiro, inclusive com ciclos superiores a 380 dias (QUEIROZ et al., 2015). Destaca-se ainda os benefícios produtivos da palma forrageira mais evidentes, em regiões onde os níveis pluviométricos superam os 740 mm (FLORES-HERNANDEZ et al., 2004).

Comparando algumas variedades de palma forrageira na questão de eficiência da utilização da água, por meio de dados experimentais, verificou-se que o rendimento da Orelha de Elefante Mexicana em condições de sequeiro, foi superior do que a IPA Sertânia, segunda mais produtiva, e a Miúda, indicando que essa primeira variedade tem uma boa adaptabilidade às condições de semiárido, uma vez que consegue extrair a água no solo e converter em biomassa. O mesmo não pode ser inferido para a Miúda, logo que apresentou extração de água no solo semelhante a Orelha de Elefante Mexicana, entretanto apresentou um rendimento menor. (SILVA et al., 2014a).

2.4. Palma irrigada

A irrigação da palma baseia-se na elevada eficiência de uso de água desta planta em comparação com outras espécies forrageiras, cujos ciclos para fixação de carbono são o C3 e o C4, enquanto o da palma é o MAC.

A aplicação complementar de água à palma forrageira pode representar algumas vantagens ao sistemas produtivos como aumento na produtividade das áreas de cultivo, antecipação da colheita e possibilidades de plantio em outras épocas do ano, além do período chuvoso, e sobretudo na possibilidade de ampliar a área de cultivo desta cultura forrageira na região semiárida.

Queiroz et al. (2015) avaliaram as respostas produtivas da palma OEM com intervalo de corte de 12 meses no município de Serra Talhada/PE e obtiveram produtividade de 9,15 t de MS/ha/ano em densidade de cultivo de 15.625 plantas/ha. Em adição, no município de Pedro Avelino/RN, Rego et al. (2014) trabalharam com a palma Miúda em densidade de 50.000 plantas/ha e aplicação de 10 mm/mês de água por metro linear e obtiveram produtividade de 30 t/ha/ano no intervalo de 30 meses.

Apesar de haver resultados com a palma forrageira recebendo aporte adicional de água, eles ainda são escassos. Por outro lado, é de grande importância a obtenção de informações que possam contribuir com o manejo desta cultura e na obtenção de respostas produtivas dos principais genótipos em diferentes localidades da região semiárida brasileira.

3. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na Fazenda Agro Curaçá, no município de Curaçá-BA, norte da Bahia, no território do Sertão do São Francisco.

O ensaio experimental foi realizado no período de maio de 2014, momento do plantio, a setembro de 2015, com três genótipos de palma forrageira, sendo Orelha de Elefante Mexicana (OEM) (*Opuntia stricta* (Haw.) Haw.), IPA 20 (*Opuntia ficus indica* (Mill)) e a palma Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck). Como material de plantio foram utilizados cladódios maduros retirados da porção intermediária da planta original, que passaram por 15 dias de desidratação e cicatrização das raquetes a sombra após o corte. As raquetes foram plantadas em sistema adensado com espaçamento de 0,10 m entre plantas, no método “dominó” com raquetes paralelas umas às outras, e espaçamento de 2,0 m entre ruas, compreendendo densidade equivalente a 50.000 plantas por hectare.

Os tratamentos consistiram de quatro intervalos de corte, aos 4, 8, 12 e 16 meses após o plantio, além dos três genótipos de palma forrageira. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas, tendo os genótipos dispostos nas parcelas e os intervalos de corte como os secundários (subparcelas), com quatro repetições por tratamento, totalizando 48 unidades experimentais. Durante o ensaio experimental, nos intervalos com 12 e 16 meses foi realizado apenas um corte da planta no período todo, enquanto no de intervalo de 8 meses foram realizados dois cortes e no de 4 meses, quatro cortes.

Para cada um dos três genótipos foram plantadas 1.200 mudas de palma, distribuídas em 3 fileiras de plantio com 400 mudas cada, totalizando 9 fileiras, com cada fileira de plantio tendo 40 m de comprimento. Em cada bloco foram plantadas 100 mudas por genótipo, com 25 para cada intervalo de corte. Das 25 plantas, as 5 centrais foram consideradas como a área útil onde foram efetuados os cortes.

Antes do plantio foram coletadas três amostras de solo, representativas da área do experimento. A análise do solo foi realizada no laboratório de Solos e Tecidos Vegetais da Embrapa Semiárido – Petrolina-PE.

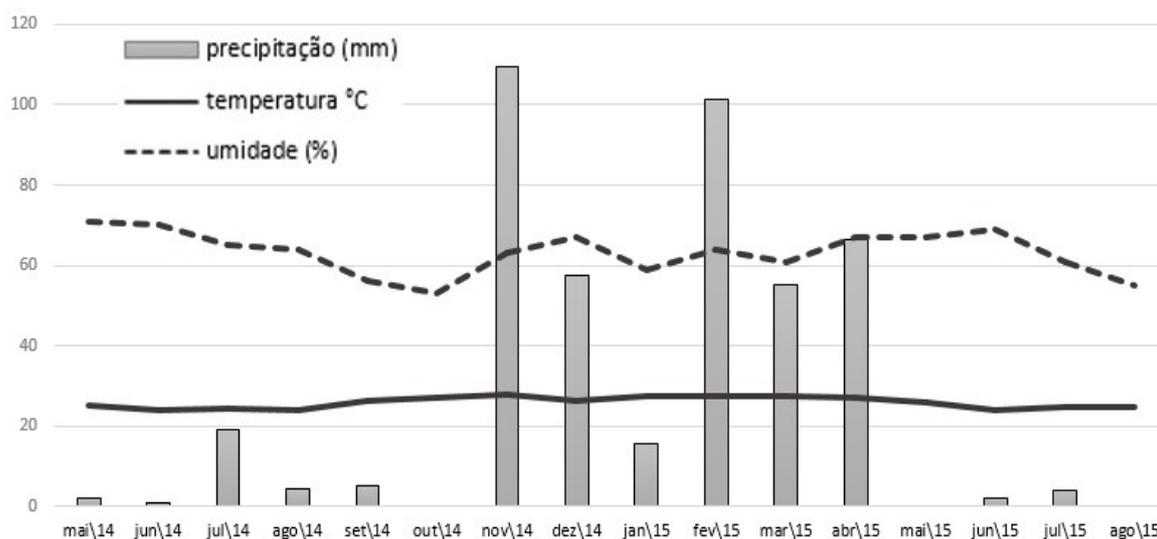
Na fase de plantio não foi realizada adubação de fundação. As adubações posteriores foram realizadas com aplicações mensais por hectare de 30 kg de ureia, 14 kg de Mono-amônio fosfato (MAP) e 100 kg de Sulfato de potássio, baseado nas análises de solo e na extração de N (nitrogênio), P (fósforo) e K (potássio) estimada para a produtividade 500 t de MV/ha/ano, N = 180 kg, P = 30 kg e K = 520 kg e Ca = 243 kg. A

adubação foi realizada a lanço nos períodos de chuva ou por meio do sistema de fertirrigação, em caixa de diluição do adubo na água com os nutrientes necessários sendo aplicados juntamente com a água da irrigação.

Foi realizado acompanhamento das condições meteorológicas durante o período do experimento por meio da Estação Agrometeorológica da Embrapa Semiárido, localizada no distrito do Mandacaru no município de Juazeiro-BA (09°24'S 40°26'W), com dados coletados do site (<http://www.cpatia.embrapa.br:8080/index.php?op=eamand>). No período experimental, a precipitação pluvial foi 443,3 mm, a temperatura média foi 26 °C e a média de umidade relativa do ar foi 62 % (Figura 1).

A irrigação realizada foi complementar à precipitação pluvial, sendo fixada a cada 15 dias à partir da última chuva ocorrida, com duração de quatro horas, por gotejamento, com lâmina de água aplicada em 16,4 mm a cada 15 dias (32,8 mm/mês), considerando 0,52 de coeficiente da cultura (K_c) (QUEIROZ, 2015), vazão da fita = 4,1 mm/h/metro linear, com tubogotejador parede fina e gotejador plano.

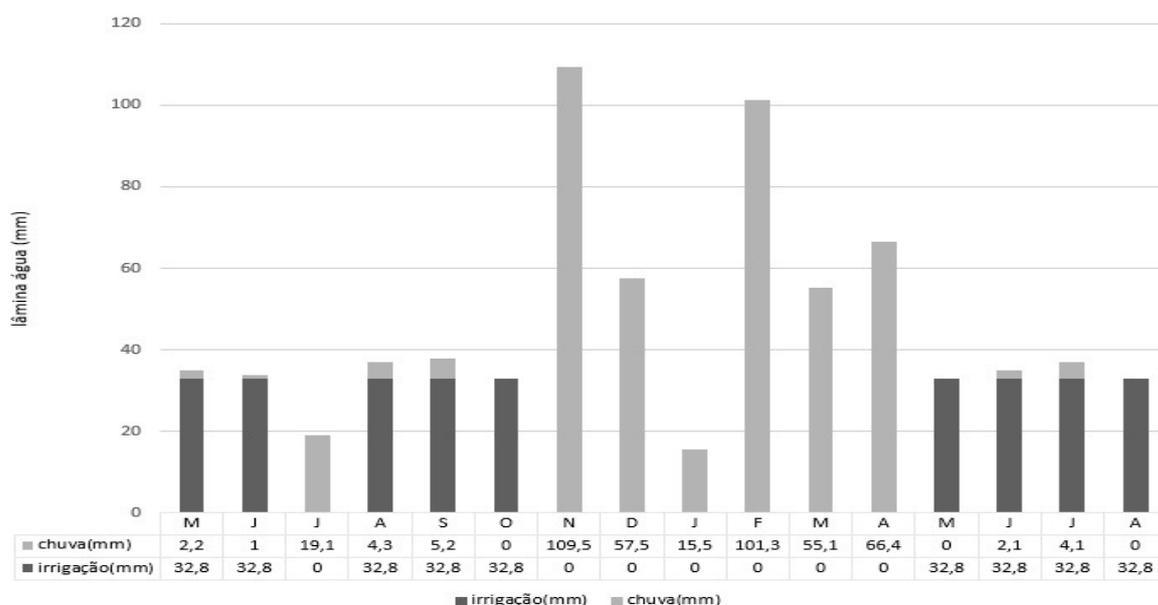
Figura 1. Dados meteorológicos durante o período experimental



Fonte: Estação Agrometeorológica da Embrapa Semiárido no distrito de Mandacaru, município de Juazeiro/BA.

No período do experimento foram aplicados 295,2 mm com a irrigação, somando-se aos 443,3 mm de precipitação, totalizando 738,5 mm (Figura 2).

Figura 2. Volume de água aplicado pela irrigação e obtido pela precipitação pluvial durante o período experimental



Foram realizadas no período quatro capinas manuais, sempre próximas aos períodos de corte do experimento. O controle de pragas e doenças foi realizado com pulverização em bomba costal 20 L, do inseticida Fastac® 100 SC (Alfacipertrapina), na dosagem de 20 mL por bomba, houve necessidade de três aplicações no período.

Na ocasião da colheita foram mensuradas as variáveis: massa de forragem (MF) (kg de MV/planta, kg de MS/planta, kg de MV/ha e kg de MS/ha), teor de MS, altura (cm), largura (cm) e número de cladódios por planta, peso do cladódio (g de MS) e taxa de acúmulo (g de MV/planta/dia), bem como o comprimento (cm), largura (cm) e área do cladódio (cm²), além do índice de área de cladódio (m²/m²) e a eficiência de uso da água (kg de MS/ha/mm).

As medidas tomadas das plantas foram realizadas em todas as cinco da área útil assim como todos os cladódios destas plantas. Para a mensuração da altura e largura da planta foi utilizada fita métrica, considerou-se o comprimento desde a extremidade do artícuo mais alto até o solo. A largura da planta foi medida pelas extremidades laterais da

planta. Em seguida foi realizada a contagem do número de cladódios. Dos cladódios, também com fita métrica, foram individualmente medidos o comprimento e a largura para posterior determinação da área e do índice de área de cladódio.

Para cada genótipo foi estimada a área do cladódio (cm^2) usando-se as seguintes equações: $\text{IPA}_{20} = 0,7318(1-\exp(-0,0034.\text{cc}.\text{lc}))/0,0034$; $\text{OEM} = 0,7086(1-\exp(-0,000045765.\text{cc}.\text{lc}))/0,000045765$; $\text{Miúda} = 0,7198.\text{cc}.\text{lc}$, em que cc = comprimento do cladódio (cm) e lc = largura do cladódio (cm) (SILVA et al., 2014b). Já, o índice de área do cladódio (m^2/m^2) foi calculado como se segue: (área de cladódio (cm^2) x número de cladódios por planta) / 10.000 / ($E1 \times E2$), sendo 10.000 o fator de conversão de cm^2 para m^2 e $E1 \times E2$ é o espaçamento entre fileiras e entre plantas, respectivamente.

Para a determinação da massa de forragem (kg de MV/planta), o corte de cada planta foi realizado deixando-se apenas a raquete base, pesando-se todo o material cortado. Com o número de cladódios e o peso do material cortado, obteve-se o peso médio do cladódio.

Posteriormente, foram retiradas amostras da porção central de cladódios de primeira ordem e encaminhados ao Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Semiárido em Petrolina/PE para a determinação dos teores de MS, realizando-se a pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas e posteriormente submetendo-se a amostra à secagem definitiva a 105°C por 12 horas, de acordo com a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). A MF dada em kg de MV/planta foi multiplicada pelo teor de MS da planta para determinação dos valores de MF em kg de MS/planta. Este valor multiplicado por 50.000 plantas foi utilizado para estimar a MF em kg de MS/ha.

A taxa de acúmulo de forragem (TAF) (g de MV/planta/dia) foi calculada pela divisão da MF (kg de MV/planta) / 1.000, pelo intervalo de corte (dias).

A eficiência de uso da água (EUA) (kg de MS/mm) foi obtida pela divisão da MF (kg de MS/ha) pelo volume total de água (mm) somando-se a precipitação e a irrigação aplicada (Figura 2), em cada um dos intervalos de corte.

Os dados obtidos no experimento foram submetidos à verificação da distribuição normal dos dados, análise de variância seguida pela regressão linear e quadrática, utilizando-se o *Statistical Analyses System* - SAS (1999). Foram considerados como significativos, valores de probabilidade inferiores a 5% ($P < 0,05$). As médias dos genótipos

foram comparadas pelo teste de Tukey, também considerando como significativos valores de probabilidade inferiores a 5% ($P < 0,05$).

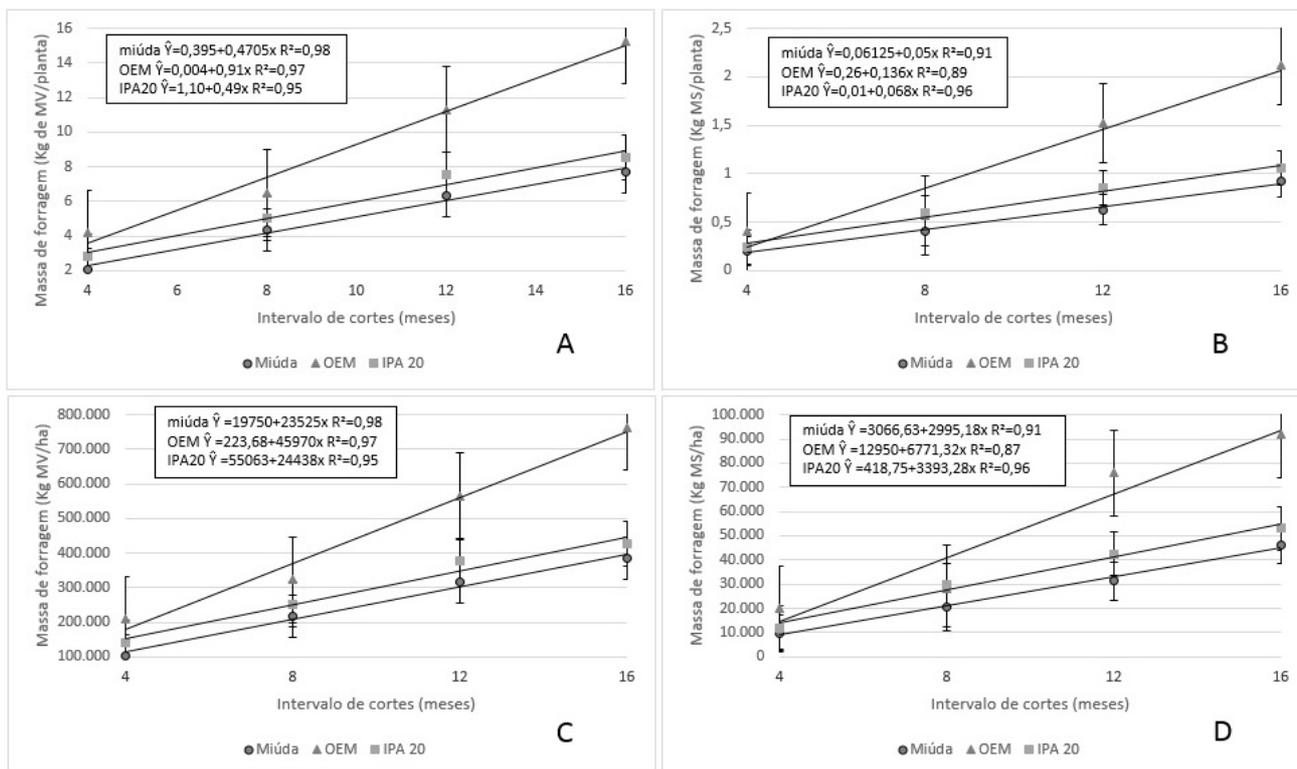
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O avanço no intervalo de cortes da palma forrageira proporcionou aumento linear nas massas de forragem (MF) em kg de MV/planta, kg de MS/planta, kg de MV/ha e kg de MS/ha (Figura 3), nos três genótipos avaliados (Miúda, OEM e IPA 20).

Com o primeiro corte efetuado aos quatro meses após o plantio as massas de forragem foram em média 2,05; 4,18 e 2,84 kg de MV/planta para os genótipos Miúda, OEM e IPA 20, respectivamente. Já aos 16 meses após o plantio, as massas médias foram 7,68; 15,27 e 8,64 kg de MV/planta, constatando o aumento na MF para os três genótipos avaliados.

Em condições de dependência de chuva, Donato et al. (2014) avaliaram as respostas produtivas da palma forrageira cv. Gigante no município de Guanambi/BA no período de setembro de 2009 a junho de 2011, com densidade de cultivo de 20.000 plantas/ha, corte efetuado aos 600 dias após o plantio e valor acumulado de 1.393 mm de chuva no período. Estes autores observaram em média 18.200 kg de MS/ha de MF, equivalente a 0,91 kg de MS/planta. Na presente pesquisa, os genótipos, Miúda, IPA 20 e OEM apresentaram 0,92; 1,06 e 2,12 kg de MS/planta aos 16 meses pós-plantio, respectivamente. Valores equivalentes aos obtidos no estudo de Donato et al. (2014) considerando a palma Miúda, que apresenta melhor resposta em regiões do Semiárido brasileiro com precipitações pluviais superiores e temperaturas mais amenas (CAVALCANTE et al., 2014). Já, a IPA 20 e a OEM tiveram resultados superiores e são genótipos apontados como de melhor adaptação às regiões mais quentes e secas.

Figura 3. Massas de forragem (kg de MV/planta (A), kg de MS/planta (B), kg de MV/ha (C) e kg de MS/ha (D)) de genótipos de palma forrageira irrigada em diferentes intervalos de cortes, no município de Curaçá-BA



OEM = Orelha de Elefante Mexicana; R²= coeficiente de determinação; MV= matéria verde, MS = matéria seca.

Em condições irrigadas, Queiroz et al. (2015) avaliaram a palma OEM no município de Serra Talhada/PE cultivada em espaçamento de 1,6 m entre linhas e 0,4 m entre plantas (15.625 plantas/ha) recebendo irrigação de 0 a 35% da evapotranspiração de referência com corte efetuado aos 380 dias após o plantio e obtiveram em média 8.180 kg de MS/ha, equivalente a 0,52 kg de MS/planta, inferior ao obtido nesta pesquisa pelo genótipo OEM com o corte realizado aos 12 meses, que foi de 1,52 Kg de MS/planta.

De modo semelhante, Rego et al. (2014) no município de Pedro Avelino/RN avaliaram as respostas produtivas da palma Miúda cultivada em densidade de 50.000 plantas/ha, submetida a irrigação com 10 mm/mês de água por metro linear e cortada aos 12 meses após o plantio. As produtividades relatadas foram de 12.380 a 15.180 kg de MS/ha com o corte sendo efetuado no cladódio base e primário, respectivamente e 25.910 kg de MS/ha com o corte realizado no cladódio secundário. Estes valores correspondem a 0,25; 0,30 e 0,52 kg de MS/planta, respectivamente para a palma cortada no cladódio base, primária e secundária.

Em geral, os valores de MF (kg de MS/ha) obtidos na presente pesquisa são superiores aos relatados para a palma forrageira cultivada em condições irrigadas

conforme reportado por Rego et al. (2014) e Queiroz et al. (2015). Em relação ao estudo de Queiroz et al. (2015) este resultado pode estar associado à menor densidade de cultivo utilizada (15.625 plantas/ha) enquanto nesta pesquisa a densidade foi de 50.000 plantas/ha. Em comparação com o trabalho realizado por Rego et al. (2014) pode ser justificado pelo maior volume de água aplicado na palma (16,4 mm a cada 15 dias) e utilizada água doce.

As maiores MF obtidas com o aumento no intervalo de corte eram esperadas e são justificadas pelo aporte contínuo de água e de nutrientes às plantas ao longo de todo o ciclo de cultivo. Contudo, aos quatro meses após o plantio, as estimativas de MF para os três genótipos variaram de 102.500 a 209.000 kg de MV/ha, valores consideráveis e que podem possibilitar o uso da palma irrigada em curto período após o plantio.

A produção precoce de palma é importante para proporcionar alimentos aos rebanhos já no primeiro período seco após a implantação da cultura ou para a rápida obtenção de mudas visando novos plantios e comercialização. Normalmente, em áreas dependentes de chuva o corte da palma se dá de dois a quatro anos após o plantio (ALMEIDA, 2011).

Além disto, o cultivo de plantas forrageiras em condições de dependência de chuva enfrenta anualmente a estacionalidade da produção, causada principalmente por queda na precipitação pluviométrica e também por outros fatores climáticos. A estratégia de fornecer água de forma artificial à palma forrageira fez com que não ocorresse redução na MF dos genótipos Miúda, OEM e IPA 20 ao longo dos 16 meses de cultivo. Mostrando a vantagem da irrigação complementar realizada nos períodos secos do experimento para que continuasse o acúmulo da MF.

As estimativas de MF (kg de MV/ha) (Figura 3) foram 102.500; 209.000 e 142.000 aos quatro meses que correspondeu a 25% do período total do experimento e 384.000; 763.500 e 432.000 aos 16 meses para as palmas Miúda, OEM e IPA 20, respectivamente. Aos quatro meses as MF apresentadas corresponderam a 26,69%; 27,37% e 32,87% da obtida aos 16 meses, considerando apenas um corte. Esta proporção sugere que existe a possibilidade de se manejar o corte da palma em menores intervalos de tempo, quando houver a necessidade de utilização da palma.

Dentre os genótipos avaliados, a OEM apresentou as maiores MF (kg de MV e MS/planta e kg de MV e MS/ha) em relação a IPA 20 e Miúda. A Miúda e a IPA 20

apresentaram semelhantes MF. As MF da IPA 20 e da Miúda (kg de MV/planta), em média corresponderam a 56% e 66% da apresentada pela OEM (Tabela 1).

A elevada capacidade produtiva da OEM em comparação com a Miúda e a IPA Sertânia também foi verificada por Silva et al. (2015) que observaram maiores produtividades, que relacionaram estes achados ao maior índice de área de cladódio (IAC) deste genótipo em relação aos demais.

Na presente pesquisa os elevados valores de MF da OEM podem ser atribuídos aos maiores pesos dos cladódios deste genótipo em comparação com a Miúda e a IPA 20, proporcionando maior área de cladódio. A área de cladódio é importante para o crescimento da planta, pois correlaciona-se com a capacidade fotossintética. De acordo com Ramírez-Tobias et al. (2010) cladódios menores propiciam menor área de absorção de CO₂ pela planta. Além disto, Queiroz et al. (2015) afirmam que a OEM possui elevada eficiência de uso da água em relação a outros genótipos de palma forrageira.

Na comparação entre os genótipos, os resultados divergiram dos apresentados por Cavalcante et al. (2014) que avaliaram as respostas produtivas de genótipos de palma forrageira e verificaram maiores produtividades da Miúda (*Nopalea*) em relação a Gigante e Redonda (*Opuntia*). Por outro lado, Silva et al. (2015) observaram melhor resposta produtiva da OEM (*Opuntia*) quando comparada com a IPA Sertânia e Miúda (*Nopalea*), resultado semelhante ao encontrado na presente pesquisa em que a OEM teve maior MF que a Miúda.

Ramírez-Tobias et al. (2010) também verificaram diferenças nas respostas produtivas de genótipos de palma forrageira, sobretudo quanto aos diferentes gêneros, verificando menor produtividade da *Nopalea* em relação a *Opuntia* e atribuíram estes resultados ao menor tamanho dos cladódios da *Nopalea*.

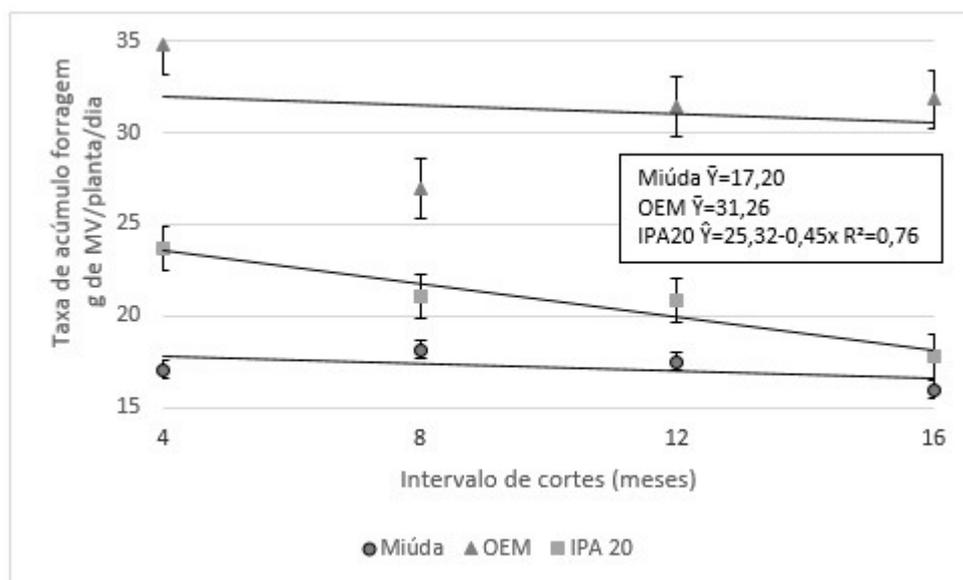
A palma Miúda é apontada como de menor adaptação a localidades com menores precipitações e temperatura noturna elevada (SILVA et al. 2015). No entanto, nesta pesquisa as respostas produtivas deste genótipo se assemelharam às produtividades encontradas em regiões consideradas como de melhor adaptação para ela, sugerindo que o fornecimento de água minimizou os impactos da temperatura na produção da planta, apesar de quando comparada aos outros genótipos, OEM e IPA 20, nas condições do experimento, a Miúda apresentou menor MF.

Scalisi et al. (2016) relataram que em condições em que a palma encontra-se em déficit hídrico, a umidade do solo exerce maior influência que a temperatura na espessura dos cladódios, atribuindo portanto maior importância da água disponibilizada, do que a temperatura na produção da planta. A espessura dos cladódios é importante para a capacidade fotossintética e de armazenamento de água da palma.

Comparando os genótipos OEM e IPA 20, ambos do gênero *Opuntia*, as diferenças em MF podem ser atribuídas ao menor número de cladódios e área de cladódio por planta e ao menor índice de área de cladódio (IAC) da IPA 20, em que estas características estão associadas à capacidade fotossintética da planta.

Na taxa de acúmulo de forragem (TAF) (g de MV/planta/dia), os genótipos Miúda e OEM não foram influenciados pelos intervalos de cortes. Ou seja, para estes dois genótipos cortes realizados entre quatro a 16 meses levam a semelhantes taxas de crescimento da planta. No entanto, a IPA 20 apresentou redução linear na TAF (Figura 4), sugerindo menor produtividade acumulada de MF ao passar do tempo.

Figura 4 – Taxa de acúmulo de forragem (TAF) (g de MV/planta/dia) de genótipos de palma forrageira em diferentes intervalos de cortes, no município de Curaçá-BA



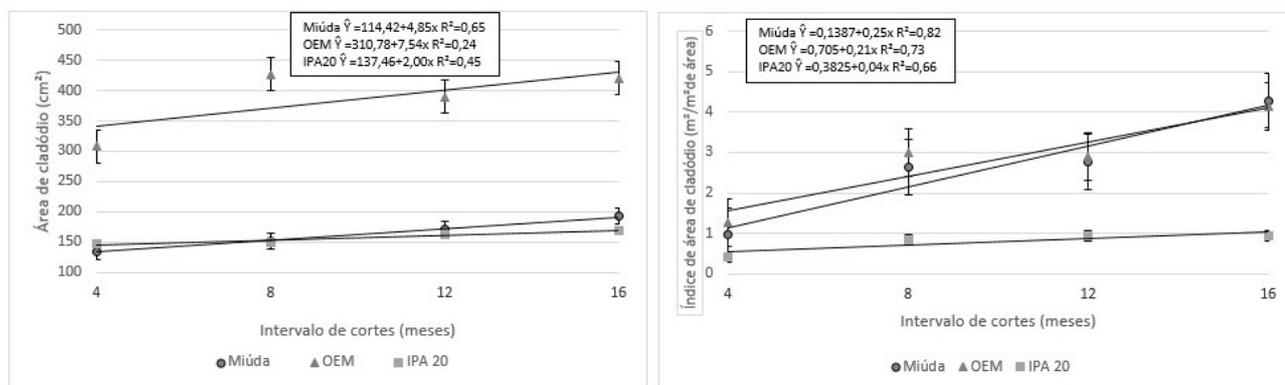
OEM = Orelha de Elefante Mexicana; R²= coeficiente de determinação; MV= matéria verde.

A taxa de acúmulo de forragem representa o balanço entre o crescimento e a senescência da planta num determinado período. No caso da palma corresponde ao crescimento em cada um dos intervalos de corte. Para a IPA 20, apesar de continuar seu crescimento o acumulado por período diminuiu.

Segundo, Nobel (1991) o crescimento da palma está relacionado com o IAC e que a máxima produtividade é obtida com IAC entre 4 a 5 m²/m², ou 2 a 2,5 m²/m², ao considerar que apenas 50% do cladódio está contribuindo para a fotossíntese. Valores menores ou maiores a estes podem proporcionar menor radiação fotossinteticamente ativa às plantas diminuindo a captação de CO₂ e, em consequência, o crescimento. No entanto, o IAC é dependente de diversos fatores como o espaçamento e a densidade de cultivo.

Na presente pesquisa, o IAC aumentou linearmente para os três genótipos, mas para a IPA 20 o crescimento foi inferior ao apresentado pelos outros dois genótipos, possivelmente em razão do menor número de cladódios por planta. O IAC da palma Miúda e OEM aos 16 meses após o plantio foi superior a 2 m²/m², dentro da faixa sugerida por Nobel (1991) para o máximo crescimento da palma, enquanto na IPA 20 não chegou a 1 m²/m². Este baixo valor de IAC pode ser o fator que contribuiu para as menores TAF da palma IPA 20, enquanto a Miúda e a OEM com IAC na faixa ótima não apresentaram decréscimo no crescimento até os 16 meses.

Figura 5 – Área de cladódio (cm²) e Índice de área de cladódio m²/m² de área) de genótipos de palma forrageira em diferentes intervalos de cortes, no município de Curaçá-BA



OEM = Orelha de Elefante Mexicana; R²= coeficiente de determinação.

Portanto, para a palma Miúda irrigada, assim como a OEM, de 4 a 16 meses após o plantio o acúmulo de forragem é similar, podendo o corte pode ser realizado neste período sem prejuízo na taxa de crescimento da planta.

De acordo com Ramírez-Tobias et al. (2010) a palma apresenta três fases de crescimento com cerca de 40 dias uma fase chamada *Lag*, 200 dias de crescimento exponencial com aumento do sistema radicular e alta captação de CO₂ e, posteriormente, a fase de estabilização.

Para as palmas Miúda e OEM, nesta pesquisa, até os 16 meses parece não ter atingido a fase de estabilização do crescimento da planta, o que também está de acordo com os resultados apresentados por Farias et al. (2000) que avaliaram frequências de corte em palma forrageira cultivada em dependência de chuva (dois e quatro anos de intervalo para o corte) e verificaram maiores produções de forragem na palma cortada com intervalo de quatro anos, quando foram conservados os artículos primários. Quando o corte foi realizado conservando-se os artículos secundários foi obtida semelhante produção de forragem nas diferentes frequências de corte.

Com relação aos genótipos, a OEM apresentou a maior taxa de acúmulo de forragem (g de MV/planta/dia) em comparação com a IPA 20 e Miúda, sendo que a IPA 20 teve maior TAF que a Miúda (Tabela 1).

Tabela 1 – Características produtivas, teor de matéria seca (MS) e eficiência de uso da água (EUA) de genótipos de palma forrageira irrigada cortada em intervalos de 4, 8, 12 e 16 meses no município de Curaçá/BA

Variável	Miúda	OEM	IPA 20	EPM	P
Massa de forragem, Kg MV/planta	5,10b	9,31a	5,99b	0,30	0,0001
Massa de forragem, Kg MS/planta	0,54b	1,08a	0,69b	0,05	0,0001
Massa de forragem, Kg MV/ha	255.000b	465.531a	299.437b	15.128	0,0001
Massa de forragem, Kg MS/ha	26.855b	54.067a	34.351b	2.348	0,0001
TAF, g de MV/planta/dia	17,20c	31,26a	20,86b	0,80	0,0001
Matéria seca, % do alimento	10,20 ^a	10,97a	11,00a	0,33	0,21
EUA, Kg de MS/ha/mm	62,23c	122,43a	80,27b	3,85	0,0001

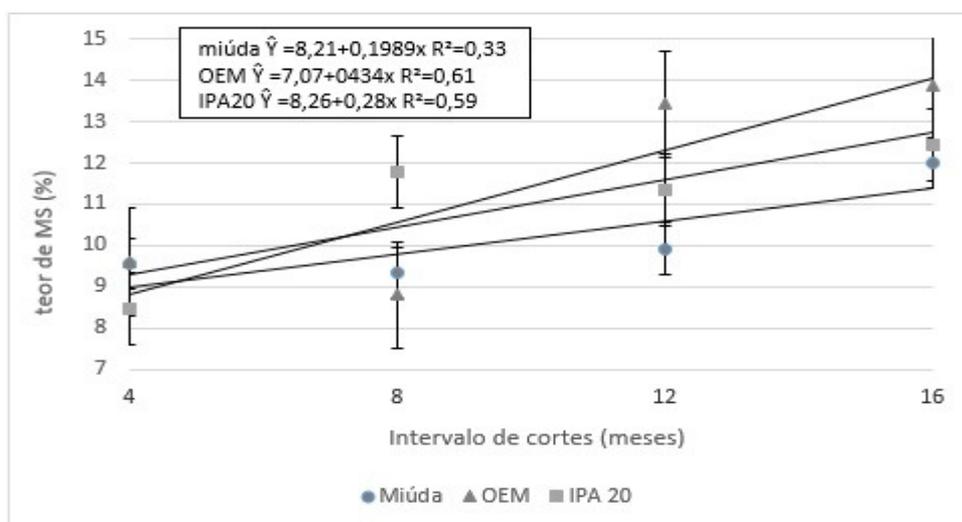
Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05). EPM = erro padrão da média, P = probabilidade. MV = matéria verde, TAF = taxa de acúmulo de forragem, OEM = Orelha de Elefante Mexicana.

Este resultado é justificado pela maior área de cladódio da OEM em relação a Miúda e IPA 20. Na comparação com a IPA 20 a OEM teve maior número de cladódios por planta além de maiores comprimento e largura do cladódio. Já, comparando com a Miúda, por este genótipo apresentar elevado número de cladódios, o IAC foi similar, o que sugere melhor eficiência fotossintética da OEM nestas condições de cultivo, o que também explica a maior TAF da IPA 20 quando comparada com a Miúda.

Outro fator que pode ter contribuído para a maior TAF da OEM e IPA 20 é o crescimento secundário, com aumento dos teores de matéria seca, das porções fibrosas e da lignificação da planta. Nesta pesquisa, os teores de MS dos genótipos foram semelhantes, contudo as médias da OEM e IPA 20 foram 10,97% e 11,00%, enquanto da Miúda foi 10,20%.

O teor de matéria seca (MS) elevou-se nos genótipos Miúda, OEM e IPA 20 à medida que avançou o intervalo de corte (Figura 6). Com o maior intervalo de corte e a continuidade no crescimento da planta, possivelmente os cladódios das primeiras ordens de crescimento podem ter envelhecido com conseqüentemente aumento de porção fibrosa e de lignina, incrementando os teores de MS da planta. Este crescimento da planta com o envelhecimento e o fortalecimento dos cladódios da base se dá para suportar a geração de novos cladódios.

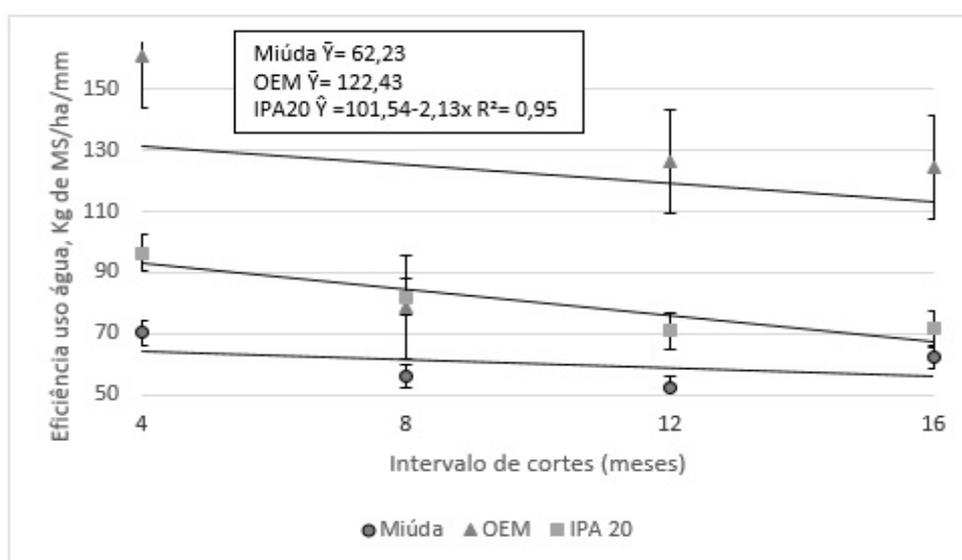
Figura 6 – Teor de matéria seca de genótipos de palma forrageira em diferentes intervalos de cortes, no município de Curaçá-BA



OEM= Orelha de Elefante Mexicana; R²= coeficiente de determinação; MS= matéria seca

Com relação a eficiência de uso de água (EUA) a OEM teve maiores valores, seguida pela IPA 20 (Tabela 1). A Miúda e a OEM não tiveram suas eficiências de uso da água influenciadas pelo avanço no intervalo de cortes, enquanto a IPA 20 reduziu linearmente a EUA com o avanço no intervalo (Figura 7).

Figura 7 – Eficiência de uso de água de genótipos de palma forrageira em diferentes intervalos de corte, no município de Curaçá-BA



OEM= Orelha de Elefante Mexicana; R²= coeficiente de determinação; MS= matéria seca.

A maior EUA da OEM é decorrente da maior massa de forragem, enquanto o decréscimo linear na EUA da IPA 20 pode estar relacionado à estável TAF deste genótipo ao longo do período de cultivo.

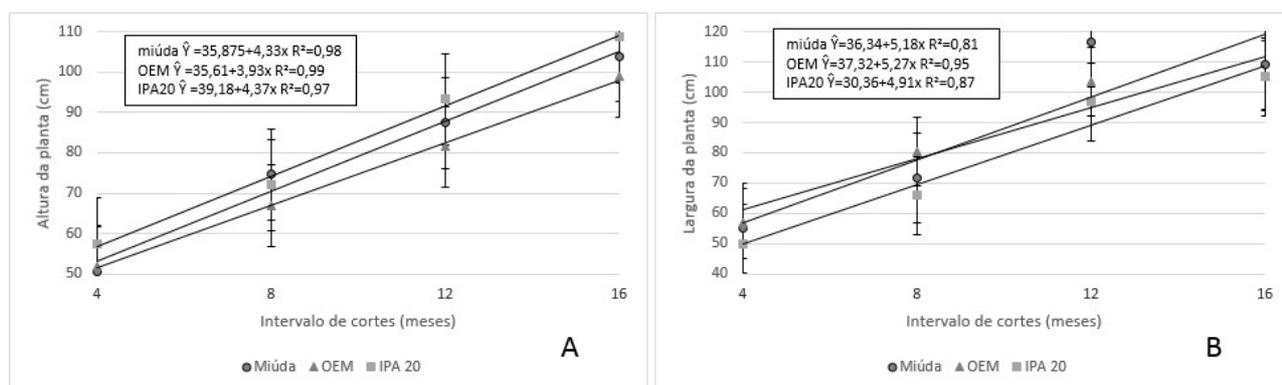
Do total de água recebida pela planta durante os 16 meses, 60% foi pela precipitação pluvial e 40% pela irrigação. Este maior volume de chuvas que representa a água com maior potencial de perdas pelo escoamento superficial e evaporação, já que é aplicada em área total é menos utilizada pela planta em relação à água fornecida via irrigação por gotejamento, com faixa molhada menor. Deste modo, a menor EUA obtida no intervalo de corte mais curto é atribuída ao menor volume de chuvas no período em comparação com os intervalos maiores.

Ressalta-se ainda que foram elevados os valores de EUA obtidos nesta pesquisa, o que também pode ser explicado pela irrigação, sobretudo pelo método (gotejamento) e manejo da irrigação (fornecimento a cada 15 dias e fertirrigação). A palma forrageira possui o metabolismo MAC (metabolismo ácido das crassuláceas) para a síntese de tecidos, que envolve a abertura dos estômatos durante a noite, fixando o CO₂ neste período quando os ácidos orgânicos são acumulados no citosol. Ou seja, com o fornecimento da água a planta teve aumentada sua taxa de crescimento e, em consequência, usou melhor este recurso para seu desenvolvimento. De acordo com Scalisi et al. (2016) o crescimento do cladódio da palma se dá a partir de 45% de conteúdo relativo de água no cladódio.

Com o avanço no intervalo de corte foram observados aumentos lineares na altura e largura das plantas dos genótipos Miúda, OEM e IPA20 (Figura 8). Aos quatro meses as alturas das palmas variaram de 50 a 60 cm para os três genótipos avaliados e aos 16 meses foram 98; 1,02 e 1,09 respectivamente para OEM, Miúda e IPA 20.

Em condições de sequeiro no município de Serra Talhada/PE, Silva et al. (2014a) avaliaram a altura das plantas dos genótipos OEM, IPA Sertânia e Miúda cortadas aos 745 dias após o plantio e obtiveram valores de 80,56; 69,44; 68,11 cm, respectivamente, em que a altura da palma OEM foi significativamente maior às demais, enquanto a Miúda e a IPA não diferiram entre si. Na presente pesquisa com o aporte adicional de água as alturas das palmas aos 16 meses foram maiores às observadas no estudo de Silva et al. (2014a), além da OEM ter apresentado média inferior à Miúda e IPA 20.

Figura 8 – Altura da planta (cm) e Largura da planta (cm) de genótipos de palma forrageira em diferentes intervalos de cortes, no município de Curaçá-BA



OEM = Orelha de Elefante Mexicana; R²= coeficiente de determinação

Pereira et al. (2015) no município de Serra Talhada/PE também avaliaram a altura de plantas de palma dos genótipos Miúda, IPA 20 e OEM cultivadas em densidades de 31.250 plantas/ha e cortadas com 12 meses após o plantio e obtiveram valores de altura de 47,50; 52,10 e 46,90 cm, respectivamente. Estes valores são inferiores aos obtidos na presente pesquisa e podem estar relacionados à densidade de plantas no cultivo, uma vez que neste estudo a densidade foi de 50.000 plantas/ha. A alteração nas densidades de cultivo pode levar as plantas forrageiras a buscarem alternativas para a competição por luz e nutrientes como a elevação em altura.

Cavalcante et al. (2014) avaliaram as palmas Gigante, Redonda e Miúda em diferentes densidades de cultivo (10.000 a 80.000 plantas/ha) e verificaram alterações no número de cladódios por planta e no comprimento e largura dos cladódios com o adensamento. De acordo com Nascimento et al. (2011) o aumento na densidade de cultivo da palma reduz o número, tamanho e o peso dos cladódios.

A IPA 20 foi o genótipo que apresentou maior altura da planta, ao passo que a Miúda e a OEM tiveram as maiores larguras (Tabela 2). A altura e a largura da planta além da relação destas duas variáveis correlacionam-se com o IAC e a produtividade da palma.

Pinheiro et al. (2014) verificaram que a altura e largura da planta, assim como o número de cladódios tiveram alta correlação com o IAC e com a produtividade dos genótipos OEM e Miúda. Estes mesmos autores afirmam que a OEM apresenta crescimento semiaberto que favorece a emissão de cladódios primários, o que pode justificar a massa de forragem obtida por este genótipo já aos quatro meses após o plantio, com grande contribuição dos cladódios de primeira ordem.

Silva et al. (2014a) relatam que a palma Miúda apresenta crescimento vertical e a maior altura encontrada para este genótipo nesta pesquisa em relação a OEM e IPA 20 reforça este crescimento vertical, entretanto, a partir dos 12 meses a IPA 20 apresentou média superior a da Miúda em altura.

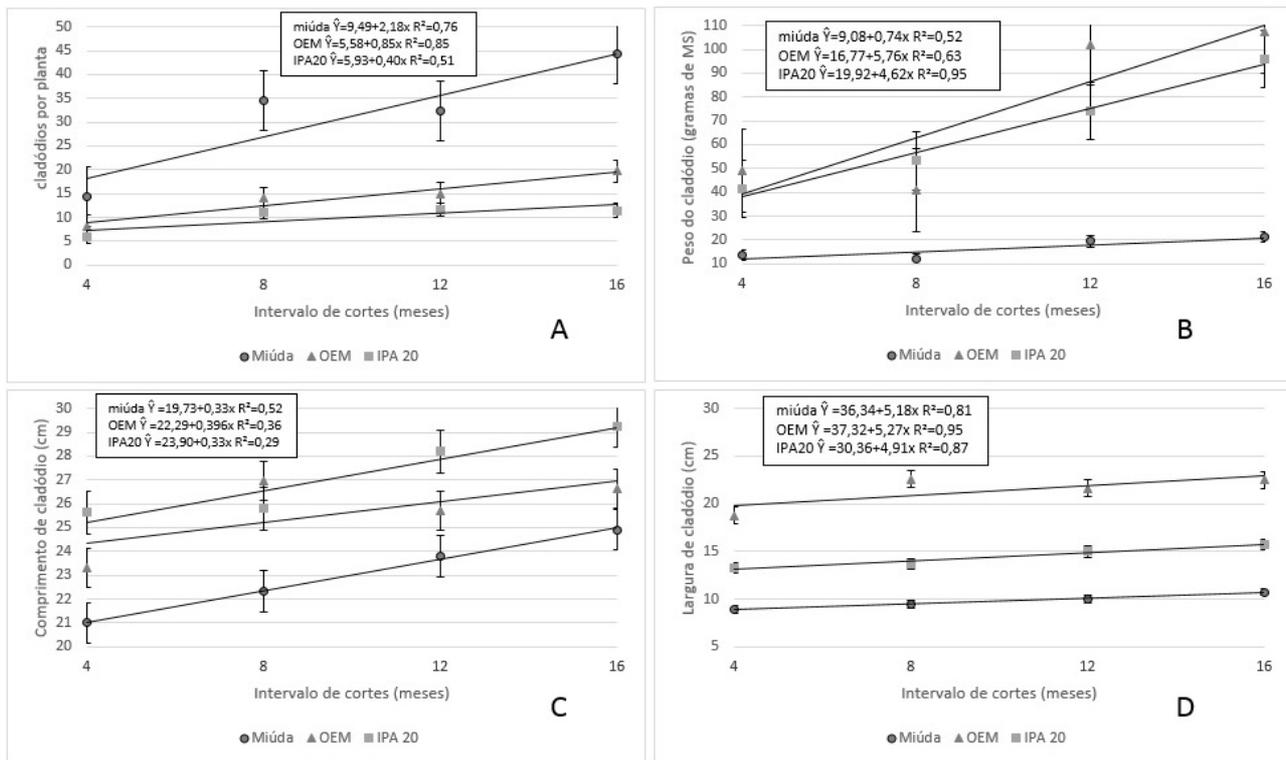
A largura da planta é importante para o manejo do palmar e aos 16 meses, as plantas mais largas se aproximaram de 1,20 m. No espaçamento adotado de 2,0 m entre linhas as larguras das plantas obtidas permitem os tratos culturais. Nos intervalos de corte até 12 meses após o plantio, sobretudo com quatro e oito meses, em que as plantas atingiram até 0,80 m de largura.

Tabela 2 – Características estruturais e índice de área de cladódio (IAC) de genótipos de palma forrageira irrigada cortada em intervalos de 4, 8, 12 e 16 meses no município de Curaçá/BA

Variável	Miúda	OEM	IPA20	EPM	P
Altura da planta, cm	79,18b	74,77c	82,84a	0,75	0,0001
Largura da planta, cm	88,18a	86,56 ^a	79,45b	1,60	0,0009
Cladódios por planta, numero	31,33a	14,20b	9,93c	1,15	0,0001
Peso do cladódio, Kg de MV	0,16b	0,63 ^a	0,59a	0,017	0,0001
Comprimento do cladódio, cm	23,21b	25,66a	27,22a	0,54	0,0001
Largura do cladódio, cm	9,78c	21,36a	14,43b	0,31	0,0001
Área do cladódio, cm ²	163,39b	383,55a	158,62b	11,37	0,0001
IAC, m ² /m ² de área	2,56a	2,72a	0,79b	0,07	0,0001

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05). EPM = erro padrão da média, P = probabilidade. MV = matéria verde, OEM = Orelha de Elefante Mexicana, IAC = Índice de área de cladódio.

Figura 9 – Número de cladódios por planta, peso do cladódio, comprimento do cladódio e largura do cladódio de genótipos de palma forrageira em diferentes intervalos de cortes, no município de Curaçá-BA



OEM= Orelha de Elefante Mexicana; R^2 = coeficiente de determinação.

Foram observados aumentos lineares no número, peso, comprimento e largura dos cladódios (Figura 9). A palma Miúda teve o maior número de cladódios, mas por outro lado apresentou os cladódios mais leves, menos largos e menos compridos.

O maior número de cladódios na palma Miúda em comparação com a Redonda e a Gigante foi verificado e relatado por Cavalcante et al. (2014) no município de Frei Paulo/SE. Enquanto as palmas Redonda e Gigante apresentaram 16 e 17 cladódios/planta, respectivamente, a palma Miúda teve 81,5 cladódios aos 24 meses após o plantio e justificaram este resultado à característica de crescimento de plantas do gênero *Nopalea* com elevado número de cladódios por planta, porém com baixo peso de cladódios.

Na presente pesquisa, também se observou que a palma Miúda apresentou elevado número de cladódios por planta, enquanto a IPA 20 e a OEM apresentaram número menor de cladódios, porém com maior peso. Em média, cada cladódio da IPA 20 se aproxima de 100 g de MS aos 16 meses, enquanto o cladódio da OEM supera os 100 g de MS neste mesmo intervalo de corte. O peso do cladódio é outra característica da planta que pode ser influenciado pela densidade de cultivo em decorrência da competição por luz e nutrientes pelas plantas. A alteração nas densidades de cultivos pode levar as plantas forrageiras a

buscarem alternativas para a competição por luz e nutrientes como a elevação em altura, por exemplo.

5. CONCLUSÃO

O intervalo de corte interfere nas características estruturais e na produtividade da palma forrageira. O maior intervalo de corte aumenta a altura e largura da planta, o peso, o número de cladódios, o índice de área de cladódio e a massa de forragem dos genótipos Miúda, Orelha de Elefante Mexicana (OEM) e IPA 20. O intervalo de corte não influencia a taxa de acúmulo de forragem (TAF) (g de MV/planta/dia), a exceção da IPA 20 que apresenta redução linear na TAF.

A palma Orelha de Elefante Mexicana apresenta maior produtividade, taxa de acúmulo de forragem e eficiência de uso de água que a Miúda e a IPA 20, enquanto a Miúda e OEM apresentam maior índice de área de cladódio que a IPA 20.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. de. **A palma forrageira na região semiárida do estado da Bahia: diagnóstico, crescimento e produtividade.** Tese Doutorado. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas – BA, 95f, 2011.

ALMEIDA, R. F. Palma Forrageira na Alimentação de Ovinos e Caprinos no Semiárido Brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 7, n. 4, p. 08-14, 2012.

ALVES, R. N.; FARIAS, I.; MENEZES, R. S. C.; LIRA, M. de A.; SANTOS, D. C. Produção de forragem pela palma após 19 anos sob diferentes intensidades de corte e espaçamentos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 4, p. 38-44, 2007.

ARAÚJO FILHO, J.A. Manipulação da vegetação lenhosa da Caatinga para fins pastoris. Sobral, CE: **EMBRAPA-CNPC Circular Técnica**, 11, 18p. 1995.

BATISTA, A. M. V; CARVALHO, F. F. R; FILHO, R. R. R; A palma forrageira na alimentação de ruminantes no semiárido brasileiro – **Anais II Simpósio Brasileiro de Produção de Ruminantes**, p 166-196, 2013.

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. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 4, p. 424-433, 2014.

CAVALCANTI, N. B; RESENDE, G. M; Consumo de Mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) por caprinos na época da seca no semi-árido de Pernambuco. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 4, p. 402-408, 2006.

DONATO, P. E. R.; PIRES, A. J. V.; DONATO, S. L. R.; BONOMO, P.; SILVA, J. A.; AQUINO, A. A. Morfometria e rendimento da palma forrageira 'Gigante' sob diferentes espaçamentos e doses de adubação orgânica. **Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias** v.9, n.1, p.151-158, 2014.

DUARTE, R. S. Dois modelos para a convivência do produtor rural com o ambiente do semiárido nordestino. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 33, n. 1, p.8-35, 2002.

DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F. Exigências nutricionais da palma forrageira. **A palma no Nordeste do Brasil, conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. 1. ed. Recife: Editora da UFPE, p.105-128, 2005.

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

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B; ARAUJO 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-201, **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** v.5, n.1, p.129-135, Recife, PE, UFRPE, 2010.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SANTOS M. V. F.; CAVALCANTE, M.; SANTOS, D. C. Potential of cactus pear in South America. **Cactusnet Newsletter**, Santiago del Estero – Argentina, Special Issue, v.13, p.29-40, 2013.

FAO. **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Traduzido por SEBRAE/PB. João Pessoa: SEBRAE/PB, p. 36-48. 2001.

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

FERREIRA, C. A.; FERREIRA, R. L. C.; SANTOS, D. C.; SANTOS, M. V. F.; SILVA, J. A. A.; LIRA, M. A.; MOLICA, S. G. Utilização de técnicas multivariadas na avaliação da divergência genética entre clones de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, suplemento 1, p.1560-1568, 2003.

FERREIRA, V. M. **Definição de parâmetros para estimativa de risco climático no consórcio milho–feijão–caupi**. Dissertação Mestrado. Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí. 2007.

FERREIRA, A. L.; SILVA, A. F.; PEREIRA, L. G. R.; BRAGA, L. G. T.; MORAES, S. A.; ARAÚJO, G. G. Produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e pornunça. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.10, n.1, p.129-136, jan/mar, 2009.

FLORES-HERNANDEZ, A.; CASTILLO, I. O.; AMADOR, B. M.; HERNANDEZ, J. L. G.; TROYO-DIEGUEZ, E. Yield and physiological traits of prickly pear cactus ‘nopal’ (*Opuntia* spp.) cultivars under drip irrigation. **Agricultural Water Management**, v.70, p.97-107, 2004.

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

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos,SP. RIMA, 530 p, 2000.

LIMA, R. M. B., FERREIRA, M. de A., BRASIL, L. H. de A., ARAÚJO, P. R. B., VÉRAS, A. S. C., SANTOS, D. C. dos, CRUZ, M. A. O. M., MELO, A. A. S. de, OLIVEIRA, T. N. de, SOUZA, I. S. Substituição do milho por palma forrageira: comportamento ingestivo de vacas mestiças em lactação. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 25, n. 2, p. 347 - 353. 2003.

LIRA, M. de A.; FARIAS, I.; SANTOS, M.V.F. Alimentação de bovinos no Nordeste - Experimentação com forrageiras e pastagens. In: **Simpósio Nordestino de Alimentação de Ruminantes**, 3, UFPB/ SNPA, p.108-133, 1990.

LÓPEZ-URREA, R.; MARTÍN DE SANTA OLALLA, F. M. DE S.; MONTORO, A.; LÓPEZFUSTER, P. Single and dual crop coefficients and water requirements for onion (*Allium cepa* L.) under semiarid conditions. **Agricultural Water Management**, v.96, p.1031-1036, 2009.

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H.; SOUZA, F. J. Produtividade de palma em propriedades rurais. In: MENEZES, R. S. C; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E V. S. B. (Eds.). **A palma no Nordeste do Brasil, conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. 1. ed. Recife: Editora da UFPE, p.129-140, 2005.

MINISTERIO INTEGRAÇÃO NACIONAL, **Nova Delimitação do Semi-Árido Brasileiro**, Brasil 2005.

NASCIMENTO, J. P., SOUTO, J. S., SANTOS, E. S., DAMASCENO, M. M., RAMOS, J. P. F., SALES, A. T., & LEITE, M. L. M. V. Caracterização morfométrica de *Opuntia ficus-indica* sob diferentes arranjos populacionais e fertilização fosfatada. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.5, n.3, p.21-26, 2011.

NOBEL, P. S. Prediction and measurement of high annual productivity for *Opuntia ficus-indica*. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 56, p 261-272, 1991

NOBEL, P.S. **Environmental biology of agaves and cacti**. New York: Cambridge Univ.Press.1998.

NOBEL, P. S. Biologia ambiental In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTABARRIOS, E. (Eds.) **Agroecologia, cultivos e usos da palma forrageira**. Paraíba: SEBRAE/PB, p. 36-57. 2001.

NOBEL, P. S.; ZUTTA, B. R. Temperature tolerances for stems and roots of two cultivated cacti, *Nopalea cochenillifera* and *Opuntia robusta*: Acclimation, light and drought. **Journal of Arid Environments**, v. 72, p. 633-642, 2008.

OLIVEIRA JUNIOR, S.; BARREIRO NETO, M.; RAMOS, J. P. F.; VIEIRA LEITE, M. L. M.; BRITO, E. A.; NASCIMENTO, J. P. Crescimento vegetativo da palma forrageira (*Opuntia fícus-indica*) em função do espaçamento no Semi-Árido Paraibano. **Tecnologia & Ciências Agropecuária**, v.3, n.1, p.7-12, 2009.

PEREIRA, L. G. R; ARAUJO, G. G. L; VOLTOLINI, T. V; BARREIRO, D. C; **Manejo Nutricional de Ovinos e Caprinos em Regiões Semi-Áridas**, 2008.

PEREIRA, P. C.; SILVA, T. G. F.; ZOLNIER, S; MORAIS, J. E. F; SANTOS, D.C. Morfogênese da palma forrageira irrigada por gotejamento. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 3, p. 184 – 195, jul. – set., 2015.

PERISSINOTO, M.; MOURA, D. J., SILVA, I. J. O., & MATARAZZO, S. V. Influência do ambiente no consumo de água de bebida de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p.289-294, 2005.

PIMENTEL. C. **Metabolismo de Carbono na Agricultura Tropical**. Seropédica: Edur, 159 p, 1998.

PINHEIRO, K. M., SILVA, T. G. F., SOUSA CARVALHO, H. F., SANTOS, J. E. O., MORAIS, J. E. F., ZOLNIER, S., SANTOS, D. C. Correlações do índice de área do cladódio com características morfogênicas e produtivas da palma forrageira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 12, p. 939-947, 2014.

QUEIROZ, M. G.; SILVA, T. G. F.; ZOLNIER, S.; SILVA, S. M. S.; LIMA, L. R.; ALVES, J. O. Características morfofisiológicas e produtividade da palma forrageira em diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.10, p.931–938, 2015

RAMÍREZ-TOBIAS, H. M.; AGUIRRE-RIVERA, J. R.; PINOS-RODRIGUEZ, J. M. Productivity of *Opuntia* ssp. and *Nopalea* sp. (Cactacea) growing under greenhouse hydroponics system. **Journal of Food, Agricultura & Environment**, v.8, p 660-665, 2010.

RAMOS, J. P. F.; LEITE, M. L. M. V.; JUNIOR, S. O.; NASCIMENTO, J. P.; SANTOS, E. M. Crescimento vegetativo de *Opuntia ficus-indica* em diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 41-48, jul.-set., 2011

REGO, M. M. T.; LIMA, G. F. C.; SILVA, J. G. M.; GUEDES, F. X.; DANTAS, F. D. G.; LOBO, R. N. B. Morfologia e Rendimento de Biomassa da Palma Miúda Irrigada sob Doses de Adubação Orgânica e Intensidades de Corte. **Revista Científica de Produção Animal**, v.16, n.2, p.118-130, 2014.

SAMPAIO, E. V. S.; MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H.; SOUZA, F. J. Produtividade de palma em propriedades rurais. In: 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**. UFPE: Recife, 2005.

SAMPAIO, E. V. S. B. **Fisiologia da palma forrageira**. In: Congresso Brasileiro de Palma e Outras Cactáceas, 2, Garanhuns, 2011.

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

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

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

SANTOS, D.C. **Níveis de nitrogênio e fosforo em palma forrageira (Opuntia ficus indica) clone IPA-20 sob dois espaçamentos**. In: Congresso Nordestino de Produção Animal 2006, Petrolina. Anais...Petrolina: SNPA, p.381-383, 2006.

SANTOS, M V. F.; LIRA, M. A.; DUBEUX JR, J.C.B. et al. Palma forrageira In: **Plantas forrageiras**.1 ed.Viçosa: Editora UFV, v.unico, p. 459-493. 2010.

SANTOS, D. C. dos; LIRA, M. A; SILVA, M. C; **Genótipos de palma forrageira para áreas atacadas pela cochonilha do Carmin no sertão Pernambucano**. In: Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 6, Búzios, 2011.

SAS INSTITUTE. **Statistical Analysis System**. Procedure guide for personal computers. Cary, 1999.

SCALISI, A.; MORANDI, B.; INGLESE, P.; BIANCO, RL. Cladode growth dynamics in *Opuntia ficus-indica* under drought. **Environmental and Experimental Botany**, v. 122, p. 158-167, 2016.

SILVA, M. F.; BATISTA, Â. M. V.; ALMEIDA, O. C. Efeito da adição de capim elefante a dietas à base de palma forrageira sobre a fermentação ruminal em bovinos. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 34, 1997. Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A. C.; **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3. Ed. Viçosa, MG: editora UFV, 235p. 2002.

SILVA, F. C. C.; CARVALHO, L. Palma Forrageira (*Opuntia Ficus- Indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária- REDVET**, Vol. VII nº 10, 2006.

SILVA, C.C.F.; SANTOS, L.C. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 7, n. 10, p. 1-13, 2006.

SILVA, J. A. da; BONOMO, P.; DONATO, S. L. R.; PIRES, A. J. V.; ROSA, R. C. C.; DONATO, P. E. R.; Composição mineral em cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações química. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, suplemento, p.866-875, 2012.

SILVA, T. G. F.; ARAÚJO PRIMO, J.T.; 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**. Agrometeorologia Bragantia, Campinas, v. 73, n. 2, p.184-191, 2014a.

SILVA, T. G. F.; MIRANDA, K. R.; SANTOS, D.C.; QUEIROZ, M. G.; SILVA, M. C.; NETO, J. F. C.; ARAÚJO, J. E. M; **Área do cladódio de clones de palma forrageira: modelagem, análise e aplicabilidade**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 9, n. 4, p. 633-641, 2014b.

SILVA, T.G.F.; ARAÚJO PRIMO, J.T.; MORAIS, J.E.F.; DINIZ, W.J.S.; SOUZA, C.A.A.; SILVA, M.C. Crescimento e produtividade de clones de palma forrageira no semiárido e relações com variáveis meteorológicas. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 2, p. 10-18, 2015.

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

VERAS, R. M. L., FERREIRA, M. A., CARVALHO, F. F. R., VÉRAS, A. S. C. Farelo de Palma Forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em Substituição ao Milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1302-1306, 2002.

VIEIRA, E. L.; BATISTA, A. M. V.; MUSTAFA, A. F.; ARAÚJO, R. F. S.; SOARES, P. C.; ORTOLANI, E. L.; MORI, C. S. Effects of feeding high levels of cactus (*Opuntia ficus-indica*

Mill) cladodes on urinary and electrolyte excretions in goat. **Livestock Science**, v.114, p.159-165, 2006.