



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL BAIANO CAMPUS GUANAMBI

JILCÉLIO NUNES DE ALMEIDA

**Distribuição de raízes e armazenamento de água da chuva em cinco variedades de palma (*Opuntia e Nopalea*) cultivadas no semiárido baiano**

Guanambi-BA

Março de 2023



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL BAIANO CAMPUS GUANAMBI

JILCÉLIO NUNES DE ALMEIDA

**Distribuição de raízes e armazenamento de água da chuva em cinco variedades de palma (*Opuntia e Nopalea*) cultivadas no semiárido baiano**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Guanambi, como parte das exigências do Curso de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido, para obtenção do título de Mestre Profissional.

**Orientador:** Dr. Alisson Padavi Pereira da Silva

Guanambi-BA

Março de 2023

Catálogo: Roberta Pinheiro Ferraz - CRB-5/1596, IF Baiano,  
Campus Guanambi

A447d Almeida, Jilcélio Nunes de

Distribuição de raízes e armazenamento de água em cinco variedades de palma (*Opuntia* e *Nopalea*) cultivadas no Semiárido baiano. / Jilcélio Nunes de Almeida.– Guanambi, Ba., 2023.

47f.: il.

Dissertação (Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Campus Guanambi.

Orientador: Alisson Jadavi Pereira da Silva.

Coorientador: Allan Radax Freitas Campos.

1. Palma forrageira. 2. Captação d'água. 3. Cultivo de sequeiro. 4. Irrigação. I. Título.

CDU: 633.3



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO

## Curso de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido

### TERMO DE APROVAÇÃO NO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DISTRIBUIÇÃO DE RAÍZES E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA EM CINCO VARIEDADES DE PALMA  
(Opuntia e Nopalea) CULTIVADAS NO SEMIÁRIDO,

Por

**Jilcelio Nunes de Almeida**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado às 8:00 horas do dia 29 de dezembro de 2022 como requisito para a conclusão do curso de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - *Campus* Guanambi. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora, composta pelas professoras/pesquisadoras abaixo assinadas. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o Trabalho APROVADO.

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** LUCIO ADERITO DOS ANJOS VEIMROBER JI  
Data: 29/12/2022 10:38:42-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Guanambi, 29 de dezembro de 2022.

---

**Prof. Dr. Lucio Aderito dos Anjos  
Veimrober Junior**  
Membro

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** LUCAS MELO VELLAME  
Data: 31/03/2023 10:36:29-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dr. Francisco Airdesson Lima do  
Nascimento**  
Membro

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** FRANCISCO AIRDESSON LIMA DO NASCIME  
Data: 29/12/2022 11:11:56-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

**Prof. Dr. Lucas Melo Vellame**  
Membro

---

**Prof. Dr. Alisson Jadavi Pereira da  
Silva**

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** ALISSON JADAVI PEREIRA DA SILVA  
Data: 24/04/2024 18:18:11-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

## BIOGRAFIA

Eu, Jilcélio Nunes de Almeida nasci em 11/07/1985, sou filho da Sra. Gildenice Nunes de Almeida e do Sr. Macelo Teles de Almeida, agricultores familiares da zona rural da Cidade de Miguel Calmon, BA, pais de 11 filhos. Atualmente somos 10 irmãos, em virtude do falecimento de uma irmã ainda na infância. Casado com Maria Betânia da Silva, temos uma filha, Ana Júlia da Silva Almeida.

O sustento de minha família sempre veio da roça e meus irmãos mais velhos começaram a trabalhar ainda muito pequenos para ajudar em nosso sustento, por isso não tiveram a oportunidade de estudar durante a infância. De todos os filhos apenas três concluíram o Ensino Médio e apenas um possui curso superior.

Perdi meu genitor aos 14 anos de idade, quando estava cursando a 4.º série do Ensino Básico. Foi um momento muito difícil para a família, porém, mesmo diante das adversidades da vida sempre lutei para conquistar meus sonhos, dessa maneira, consegui conclui o Ensino Fundamental trabalhando em um turno e estudando no outro.

No final do ano de 2007, um amigo, me informou do processo seletivo para ingresso de alunos no Curso Técnico Agrícola com Habilitação em Agropecuária integrado ao Ensino Médio da Antiga Escola Agrotécnica, atual IF Baiano – Campus Senhor do Bonfim, o qual fui aprovado e iniciei meus estudos em fevereiro de 2008 e conclui em 2010.

No ano de 2012, através da nota do ENEM ingressei no Curso de Licenciatura em Ciências Agrárias, na supracitada Instituição e finalizei o curso em 2017 e em seguida fui aprovado no Curso de Mestrado Profissional *Stricto Sensu* em Produção Vegetal no Semiárido (MPPVS), no Instituto Federal Baiano - Campus de Guanambi.

## DEDICATORIA

A minha vó Maria Nunes de Jesus (in memorian)

Ao eu pai macelo Teles de Almeida (in memorian)

Ao meu tio José Renilson Nunes Messias (in memorian)

### **Minha homenagem**

## DEDICO

A minha mãe Gildenice Nunes de Almeida, por tudo seu amor e carinho

A minha esposa Maria Betânia da silva e minha filha Ana Júlia da Silva Almeida que são meus suportes para vencer todas as batalhas.

Aos meus nove irmãos (a)

Eliana Nunes de Almeida;

Leidiana Nunes de Almeida;

Paulo Nunes de Almeida;

Gicelmo Nunes de Almeida;

Gerdiana Nunes de Almeida;

Adriana Nunes de Almeida;

Roberta Nunes de Almeida;

Ronaldo Nunes de Almeida:

Paulo Henrique Nunes de Almeida.

Por que sei que esse sonho não é só meu, mas também de todos.

## OFEREÇO

As minhas tias e tios, a Antônio Marcos Brito, Monica Gomes, Fabiano Lima, Renata Maia, que sempre estiveram ao meu redor nessa caminhada.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que nunca me abandonou e manteve de pé nos momentos mais difíceis sendo meu amparo e refúgio me dando força para seguir firme na caminhada e vencendo as batalhas.

Ao Instituto Federal Baiano campus Guanambi, em especial ao colegiado do mestrado Profissional em produção Vegetal no Semiárido pela oportunidade de realização desse curso.

A minha mãe, Gildenice Nunes de Almeida, a mulher que tenho o maior orgulho do mundo, ela não teve a oportunidade se sentar em um banco de uma escola, mas sempre me apoiou na minha caminhada.

Ao meu orientador Prof. Dr. Alisson Jadavi Pereira da Silva, pela sua grande colaboração e orientação para realização desse trabalho.

Ao IF Baiano *Campus* Senhor do Bonfim, pela infraestrutura de suas dependências para realização da pesquisa.

A todos os meus colegas que contribuíram de alguma forma, Mônica Gomes, José Luiz, Allan Radax, Francisco Airderson, Joel Antônio e Moisés Avelino.

## RESUMO

Almeida, Jilcelio Nunes, M.Sc. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano Campus Guanambi, março de 2023. **Distribuição de raízes e armazenamento de água em cinco variedades de palma (Opuntia e Nopalea) cultivadas no Semiárido baiano.** Orientador: Alisson Jadavi Pereira Silva. Coorientador: Allan Radax Freitas Campos.

Realizou-se esse trabalho com objetivo de estudar a distribuição de raízes e a capacidade de armazenamento de água da chuva em cinco variedades de palma forrageira. O experimento foi realizado em cultivo com cinco variedades de palma forrageira: (i) Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* (Haw.) Haw); (ii) IPA-Sertânia (*N. cochenillifera* Salm Dyck); (iii) Doce (*N. cochenillifera* Salm Dyck); (iv) Gigante (*O. Ficus-indica* Mill) e (v) orelha de onça (*O. Ficus-indica* Mill). Cada variedade foi submetida a duas formas de cultivo: (i) sequeiro por dois ciclos consecutivos; (ii) irrigada no primeiro ciclo, mantida em sequeiro no segundo. Seguiu-se um esquema fatorial 5 x 2, sendo o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições e parcelas experimentais formadas por 12 plantas. Para cada variedade, avaliou-se o Número de Cladódios (NC), Massa fresca da Planta (MP), Massa fresca de Cladódios (MC), Volume de Água Armazenada na Planta (VARM). A distribuição de raízes foi determinada ao final do segundo ciclo de cultivo. Quanto a distribuição de raízes, verificou-se que de uma maneira geral mais de 90% das raízes das variedades de palma estudadas se concentram nos primeiros 0,2m de profundidade do solo, sendo que há presença de raízes em toda região entre-linha e entre-plantas na camada 0-0,2m. A variedade “Orelha de Elefante Mexicana (OEM)” é, dentre as variedades estudadas, aquela que possui maior capacidade de armazenar água da chuva. Pode-se considerar que será possível obter ao final de cada ciclo de produção cerca de 260.000 litros de água armazenada por hectare de OEM cultivado em condição de sequeiro. Volume este equivalente ao volume de armazenagem de 5 cisternas de produção (51.000 litros) - comumente adotadas como alternativa para armazenamento de água da chuva no semiárido. Percebeu-se que as variedades Orelha de Onça, IPA e Gigante, quando irrigadas no primeiro ciclo e mantidas em sequeiro no segundo, produziram cerca de cinco vezes mais do que as plantas mantidas em sequeiro nos dois ciclos. Estes resultados abrem horizontes estratégicos à luz da possibilidade de alternância anual da irrigação da palma.

**Palavras-chave:** semiárido; armazenamento de água da chuva; irrigação.

## ABSTRACT

Almeida, Jilcelio Nunes, M.Sc. Federal Institute of Education, Science and Technology Baiano Campus Guanambi, March 2023. **Root distribution and water storage in five varieties of palm (Opuntia and Nopalea) cultivated in the Semiarid region of Bahia.** Advisor: Alisson Jadavi Pereira Silva. Co-supervisor: Allan Radax Freitas Campos.

The objective of this study was to evaluate the root distribution and rainwater storage capacity of five varieties of palm. The five varieties of palm cultivated were: (i) Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* (Haw.) Haw); (ii) IPA-Sertânia (*N. cochenillifera* Salm Dyck); (iii) Doce (*N. cochenillifera* Salm Dyck); (iv) Gigante (*O. Ficus-indica* Mill) e (v) orelha de onça (*O. Ficus-indica* Mill). Each palm-variety was subjected to two forms of cultivation: (i) dryland for two consecutive cycles; (ii) irrigated in the first cycle, kept dry in the second. A 5 x 2 factorial scheme was followed, with a randomized block design composed by four replications and experimental plots consisting of 12 plants. For each palm-variety, the Number of Cladodes (NC), Fresh Plant Mass (FPM), Fresh Cladode Mass (FCM), Volume of Water Stored in the Plant (VWSP) were evaluated. Root distribution was determined at the end of the second cultivation cycle. Regarding the distribution of roots, it was found that in general, more than 90% of the roots of the palm- varieties studied are concentrated in the first 0.2m of soil depth. The “Orelha de Elefante Mexicana (OEM)” variety is the varieties with the greatest capacity to store rainwater. It can be considered that it will be possible to obtain at the end of each production cycle around 260,000 liters of water stored per hectare of OEM cultivated in rainfed conditions. This volume is equivalent to the storage volume of 5 production cisterns (51,000 liters) - commonly adopted as an alternative for storing rainwater in the semi-arid region. It was noticed that the Orelha de Onça, IPA and Gigante varieties, when irrigated in the first cycle and kept dry in the second, produced around five times more than plants kept dry in both cycles.

**Keywords:** semi-arid; rainwater storage; irrigation.

## SUMÁRIO

ABSTRACT.....	13
1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1 <i>A palma como estratégia de convivência com o Semiárido</i> .....	15
2.2 <i>A palma como “estrutura viva” de captação e armazenamento de água da chuva</i> .....	17
2.3 <i>Necessidade de escolher a variedade e manejar adequadamente o cultivo da palma</i> .....	18
2.4 <i>Principais cultivares de palma</i> .....	24
2.5 <i>As plantas como captadoras e armazenadoras de água da chuva</i> .....	25
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1 <i>Estatística</i> .....	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32
5. CONCLUSÃO.....	41
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

## 1. INTRODUÇÃO

Contrariamente ao que à primeira vista pode parecer, o Semiárido é composto por um ecossistema forte, caracterizado por uma vegetação rica e diversificada. As condições climáticas específicas da região fizeram com que ali se adaptassem animais e vegetais peculiares, bastante diversos e resistentes. Infelizmente, estabeleceu-se no semiárido um sistema de atividades agropecuárias baseadas em culturas não adaptadas às suas especificidades climáticas, resultando em degradação da biodiversidade natural.

Na caatinga, que é um ecossistema dentro do semiárido brasileiro, os índices pluviométricos são baixos e mal distribuídos, chovendo em média de 350 a 700 mm/ano. A caatinga é um bioma que só existe no Brasil, ocupando a região nordeste e um fragmento do estado de Minas Gerais, sendo que as áreas nativas mais expressivas estão na Bahia e no Piauí (Leal et al., 2005).

O futuro dos ecossistemas secos, como o da caatinga, depende do manejo sustentável e da restauração da vegetação e solo, fundamentando-se no uso de cultivos adaptados ao longo do tempo às especificidades climáticas do ambiente. O desenvolvimento de tecnologias capazes de contribuir com a manutenção ou restauração de serviços ecossistêmicos da caatinga passa necessariamente pelo (re)conhecimento de culturas mais apropriadas a suportarem as condições de água como recurso limitante, altas temperaturas, solos de baixa fertilidade que exijam poucos insumos, fácil manejo no plantio e que forneçam alimento e forragem para as pessoas e animais.

Neste sentido, merece destaque a palma, pertencente à família *Cactaceae*. Trata-se de uma cultura largamente difundida no Nordeste do Brasil, pois, é uma das poucas alternativas à vegetação natural que resiste a longos períodos de estiagem, por ser capaz de armazenar água nos seus tecidos. A Organização das Nações Unidas (ONU) reconhece para alimentação e agricultura a potencialidade da palma e sua importância para o desenvolvimento das regiões áridas e semiáridas, especialmente nos países em desenvolvimento, através da exploração econômica das várias espécies, com consequências sustentáveis para o meio ambiente e para a segurança alimentar.

Um aspecto que deve ser considerado com a palma é o potencial de armazenagem de água da chuva. Quando bem manejada, as plantas de palma podem ultrapassar longos períodos secos e chegarem ao final com raquetes (cladódio) apresentando cerca de 1,5 kg

de massa fresca e plantas com 15 kg, constituídas por aproximadamente 90% de água (Scalasis *et al.*, 2016). Portanto, o cultivo de palma pode assumir também função de armazenar e fornecer água da chuva, especialmente para os animais, podendo representar uma alternativa viável de complemento para as atuais técnicas utilizadas em políticas, ações e programas de captação e uso de água da chuva no Semiárido.

Por muito tempo, a opinião comum de que a palma precisa de baixos insumos para ultrapassar períodos secos foi tão mal concebida que informações científicas muito limitadas estão disponíveis para os agricultores e a importância do manejo adequado dos pomares foi amplamente negligenciada. Porém, estudos recentes (Campos, 2018; Souza *et al.* 2017; Dubeux Júnior *et al.* 2010) demonstraram o quanto a palma responde bem às práticas de manejo, como adubação, irrigação, espaçamento, desmistificando a ideia de que a cultura não necessita de práticas culturais específicas. Neste sentido, seja para adubação, irrigação e espaçamento, o conhecimento da distribuição de raízes ganha grande importância, sobretudo quando considerada as diferentes características morfológicas das variedades de palma mais usuais no Semiárido brasileiro.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Segundo Cunha et al. (2010, p.351) “o desenvolvimento do sistema radicular das plantas cultivadas vem sendo abordado nos estudos das inter-relações entre solo e planta, mas estes estudos ainda são escassos na maioria das culturas, inclusive as forrageiras.” O histórico da palma forrageira (*O. Ficus-indica* e *N. Cochenillidera*) no Brasil, principalmente no Nordeste, apresenta muitas controvérsias entre os autores.

Segundo Pessoa (1967, apud SANTOS et al., 2006) a princípio a palma foi cultivada com a finalidade de hospedar um inseto chamado cochonilha que é produtor de um corante vermelho (carmim), resultando em uma atividade sem continuidade. Dessa forma, a palma forrageira passou a ser cultivada apenas como uma planta ornamental, até que, por acaso, perceberam que era uma forrageira, instigando o interesse dos criadores, Segundo With et al. (2009, apud CAMPOS, 2018, p. 15).

A palma forrageira pertence à divisão Angiosperma, Classe Eudicotiledoneas, Ordem Caryophylliales e família Cactaceae. Nessa família, existem 178 gêneros, com mais de 2.000 espécies conhecidas. Nos gêneros *Opuntia* e *Nopalea* é que estão presentes as espécies de palma mais utilizadas como forragem.

A palma forrageira (*Opuntia spp.*) é cultivada em todas as Américas, do Canadá ao Chile, encontrada também no sul dos Estados Unidos, em todos os países da América Central e do Caribe, como também nos países sul-americanos Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Peru e Venezuela. Espécies silvestres e cultivadas de *Opuntia* crescem também na Angola, Austrália, Índia e África do Sul. Esses países, representam juntos mais de 5 bilhões de hectares de zonas áridas e semiáridas, as mais extensas terras secas do planeta. (SÁENZ, 2013, apud LIRA et al., 2016). De acordo com Duque (2004, apud CAMPOS, 2018) no início do século XX a palma começou a ser cultivada para a finalidade forrageira, especialmente na região nordeste, que após a seca de 1932, o Ministério da Viação começou a implantação de diversas áreas de propagação, desde a Bahia até o Piauí, resultando em 222 campos dessa cactácea. Sendo essa uma ação classificada como o primeiro grande trabalho de ampliação da palma no Nordeste brasileiro. Para a realização do estudo das plantas forrageiras, é de vital importância abarcar o número maior possível de fatores que influenciam no sistema solo-planta-animal, favorecendo assim um maior conhecimento do seu funcionamento.

O crescimento das plantas forrageiras não é representado apenas pela parte aérea, mas também por seu desenvolvimento radicular, sendo a raiz o caminho de entrada de água e nutrientes (GRISE et al., 2004). De acordo com Batista e Monteiro (2006, p.821) “um sistema radicular bem desenvolvido na gramínea forrageira é necessário para a formação e sustentação da planta e, como consequência, para a boa produtividade da pastagem.”. Ainda segundo os autores, “no Brasil, as pastagens constituem a principal fonte de alimentação para os ruminantes. Aproximadamente 78 milhões de hectares são ocupados por pastagens naturais e 99,7 milhões de hectares por pastagens plantadas” (BATISTA e MONTEIRO, 2006, p. 822). Os dados do censo agropecuário do IBGE (2017), mostram que a área colhida de palma foi de 147.439 ha para aquele ano. Utilizando esses dados a SUDENE elaborou um mapa da distribuição da palma por estados, dentro da sua área de atuação e da quantidade de estabelecimentos agropecuários produtores de palma forrageira, totalizando 125,725 propriedades, demonstrando assim a grande importância dessa cultura.

A maior parte do semiárido brasileiro fica localizado na região do Nordeste, que ocupa 7.438 km<sup>2</sup>, onde possui a peculiaridade de uma pluviosidade baixa e irregular, variando de 200 a 800 mm/ano, concentrados apenas em uma única estação de 3 a 5 meses. Possui temperaturas elevadas com altas taxas de evapotranspiração e balanço hídrico negativo durante boa parte do ano, com insolação muito forte (2.800 horas/ano) conivente à baixa umidade relativa, e os solos oriundos de rochas cristalinas, rasos pouco permeáveis. A estiagem em alguns anos apresenta-se estendida, causando assim a seca, algo que enfraquece a economia regional, ocasionando assim o êxodo da população, acentuando os impasses da região. (BANCO DO NORDESTE, 2020). É notório que o sistema radicular das plantas vem despertando a curiosidade de pesquisadores, realizando estudos principalmente no que tange as inter-relações entre as plantas, os solos e outros organismos vivos, se sobressaindo os aspectos físicos, químicos e biológicos característicos do solo, local em que se espalha a raiz da planta. É importante destacar também que para a realização desses estudos, as imagens concebem uma valiosa ferramenta em estudos de crescimento radicular de plantas. (CRESTANA et al., 1994). Os sistemas de exploração das forrageiras são instigados por muitos fatores de produção, como o espaçamento de plantio e a adubação do solo. Quando os manejos destes é realizado coerentemente contribuem para que a palma atinja elevada produtividade, mostrando a importância e a potencialidade desta

cactácea como garantia da segurança alimentar dos rebanhos. (OLIVEIRA, et al., 2018). Segundo Felker (2001, apud LOPES et al., 2009, p. 232); a palma forrageira, ao lado dos atributos de resistência a estiagem prolongadas, pode fornecer energia, água e vitamina A, garantindo o suprimento de alimentos extremamente importantes para a manutenção dos rebanhos, evitando frustrações na atividade pecuária, nos períodos de seca.

Além destas qualidades, um ponto que vale ser ressaltado é que a palma permite ser “armazenada” no campo, ou seja, ser colhida apenas quando houver necessidade, sem que sofra diminuição da qualidade da forragem, gerando assim grande produtividade e estabilidade aos sistemas de produção animal na região Semiárida. (ALVES et al., 2007, apud DOCUMENTO DE REFERÊNCIA SOBRE PALMA FORRAGEIRA, 2020). Sobre o plantio da palma, Santos et al. (2006) relata que o mesmo geralmente é realizado no terço final do período seco, pois de acordo com o autor, quando o período chuvoso inicia, estando os campos já implantados, evita o apodrecimento das raquetes que, quando plantadas na estação chuvosa, com muita água e em contato com o solo molhado, apodrecem.

Ainda sobre o plantio, Santos et al. (2006) apresenta as posições do articulo, que é um cladódio, também chamado de raquete e de “folha” pelos produtores, a sua posição pode ser inclina ou até mesmo vertical dentro da cova, onde a parte que estará voltada para a terra deve estar cortada. O espaçamento entre as raquetes vai depender muito do objetivo do produtor, se ele pretende realizar cortes a cada dois anos, realizando assim uma maior produção, o espaçamento deve ser de 1,0 x 0,25m, proporcionando mais adubação e capinas, apesar da maior produtividade, esse espaçamento em algumas localidades tem ocasionado sintomas de amarelecimento do palmal, podendo ser gerado supostamente por deficiências de alguns nutrientes no solo. Em um espaçamento de 1,0 c 0,5m a palma poderá ser colheita entre dois ou mais anos, sendo utilizada como alimento estratégico, usando adubação mineral com base em análise do solo e orgânica. Já a palma em fileiras duplas de 3,0 x 1,0 x 0,5m, é a cultivada para fins de consórcio, com culturas alimentares (Milho, feijão, algodão e outras culturas ) ou forrageiras, além de possibilitar os tratamentos culturais com a tração motorizada.

A palma forrageira se caracteriza por acumular água conforma a disponibilidade no solo, e a biomassa seca da planta não encolhe com a indisponibilidade de água, ela mantém

sua biomassa seca constante ou crescente, diferenciando apenas o peso da biomassa verde da planta, conforme a quantidade de água presente em seus tecidos, diretamente relacionadas às precipitações pluviométricas. A palma apresenta ter uma resposta consideravelmente rápida em relação ao seu crescimento radicular. Sua raiz possui maior concentração próxima da planta com 40 cm nas laterais e 10 cm de profundidade, e independente da época, sua raiz atinge profundidade de até 40 cm no período de precipitações pluviométricas. (EDVAN et al., 2013).

Sobre as doenças descritas no Nordeste brasileiro, esteve em destaque variáveis podridões dos cladódios, ocasionadas por fungos, podridões das raquetes da base e de raízes. Essas doenças apresentam singularidades sintomatológicas diferentes e ocorrem com baixa incidência, dessa forma, não causam muitos prejuízos a cultura. (LIRA et al., 2016).

O grande desafio da região semiárida é a utilização de suas peculiaridades a seu favor. Não se pode associar estratégias desenvolvidas em regiões com abundância de água como alternativa para o Semiárido. É preciso conhecer as características e peculiaridades locais para agir em conformidade com o ambiente, sem mudar o curso natural do sistema. Conforme dados da EMBRAPA Pecuária Sudeste (2015, p.35) a região Nordeste do Brasil tem cerca de 1,56 milhões de km<sup>2</sup>, equivalente a 18,6% do território nacional e comporta a maior parte do Semiárido. A região semiárida brasileira abrange nove estados, sendo oito no Nordeste e um na região Sudeste. Segundo informações do IBGE (2005) a Região Semiárida foi delimitada com base na isoietia de 800 mm, no Índice de Aridez de Thorntwaite de 1941 (municípios com índice de até 0,50) e no Risco de Seca (superior a 60%). Os municípios que abrangem a região compõem uma extensão total de 982.563,3 km<sup>2</sup>.

A região apresenta variedade de solos, ambientes e paisagens e possui como vegetação predominante a Caatinga que, em se tratando de bioma, é o único com distribuição geográfica restrita ao território nacional. O clima é do tipo Semiárido, apresentando forte insolação, temperaturas relativamente altas e regime de chuvas marcado pela escassez e irregularidade temporal e espacial (SILVA et al. 2010, apud EMBRAPA PECUÁRIA SUDESTE, 2015).

De acordo com o IBGE (2006) a população residente no Semiárido brasileiro é superior a 23,5 milhões de habitantes, e que mais de 6 milhões de pessoas são ocupadas em

atividades agropecuárias com forte presença de pequenos empreendimentos de base familiar. Tais dados nos fazem refletir sobre a grandeza e representatividade que a região semiárida tem no contexto brasileiro. Uma região estigmatizada pela miséria, ignorância e condições precárias para sobreviver, por isso se faz necessário conhecer suas características para desmistificar uma rotulagem histórica e assim aproveitar suas potencialidades para o desenvolvimento social e econômico do povo dessa terra.

Estudos da EMBRAPA Pecuária Sudeste (2015, p.37) apontam que a região semiárida brasileira desponta na criação de caprino e ovino de corte, com destaque para Sertões Pernambucano, Baiano e Cearense, além do centro-norte e sudeste piauiense como detentoras de grandes efetivos das duas espécies animais. Ainda sobre a região semiárida os estudos identificam que a diversidade de condições edafoclimáticas, de relevo e de vegetação da região possibilita a exploração de grande variedade de plantas forrageiras, em sua maioria adaptadas ao clima quente e seco, suprindo parte da alimentação do sistema de produção pecuária. No entanto, a caatinga é ainda o principal recurso forrageiro regional, usado para os rebanhos. A criação é predominantemente extensiva e com modelos de exploração pecuária mista, ou seja, ambiente compartilhado por bovinos, ovinos e caprinos (EMBRAPA PECUÁRIA SUDESTE, 2015, p.37).

Fazendo um recorte para o Estado da Bahia temos uma característica ainda mais forte, pois de acordo com Donato et al. (2014, p.152) dois terços do território baiano correspondem a uma região semiárida cujo espaço geográfico é marcado por déficit hídrico e distribuição irregular das chuvas. Essa região é formada por 258 municípios, com área de 388.274 km<sup>2</sup>, 70% da área do estado, com uma população de aproximadamente 6.316.846 habitantes, ou seja, abrange 68% do território do Estado e 48% de sua população (LOBÃO, et al., 2004, p. 1). No Semiárido baiano está o maior rebanho de caprinos e ovinos do país, que devido às suas condições edafoclimáticas propiciam aos caprinos e ovinos uma excelente adaptabilidade às características da região (RIBEIRO, et al., 2018, p.145).

Diante de todas as condições supracitadas levam-nos a refletir que o principal impasse é a tentativa de “combate” a seca, sendo que não se combate um efeito natural e característico da região. O grande desafio para aproveitar as potencialidades do Semiárido é aprender a conviver com suas peculiaridades e transformá-las em diferencial no desenvolvimento econômico e social. “A perspectiva da convivência, implica numa atuação

pró-ativa diante da natureza e de seus fenômenos, buscando aproveitar de forma sustentável suas potencialidades para satisfação das necessidades humanas” (SILVA, 2003, p.373). Essa região é marcada, também, por fatores históricos de ocupação no período colonial, que prevaleceram atividades e tratos culturais agropecuários inapropriados (queimadas, desmatamentos nas margens dos mananciais, implantação de culturas adversas) que provocam a degradação ambiental no Semiárido, tornando-a uma das áreas brasileiras mais erodidas pelo uso intempestivo da terra (SILVA, 2003, p.367). Ainda de acordo com os estudos de Silva (2003) a ocupação do Semiárido ocorreu com a formação das grandes fazendas de gado para o fornecimento de carne, couro e animais de tração às áreas produtoras de cana de açúcar na zona da mata. Sendo assim, os fatores naturais limitantes para algumas práticas, associadas à cópia de práticas colonizadoras, geram um cenário de grandes desafios para mudanças sociais, culturais e principalmente políticas, visando melhorias significativas nas condições econômicas e de qualidade de vida no Semiárido brasileiro. Por isso, as políticas públicas de convivência com o Semiárido ganham destaque como caminho promissor para o progresso sustentável e socialmente justo dessa região. A discussão sobre a emergência de um novo paradigma de sustentabilidade, nos últimos anos, articulada a perspectiva de convivência vem construindo a ideia de convivência com qualidade de vida no Semiárido (SILVA, 2003, p. 376). Desenvolvimento sustentável e qualidade de vida passam a ser o ponto central de todas as discussões que envolvem superação de injustiças sociais e desigualdades nas condições de vida.

### ***2.1 A palma como estratégia de convivência com o Semiárido***

Anteriormente falamos sobre as características do Semiárido, uma região marcada por baixa quantidade e irregularidade das chuvas. Tal condição compromete a disponibilidade de recursos alimentares para o rebanho em determinados períodos e gera a necessidade de utilização de alimentos alternativos, derivados de cultivos adaptados a região, com redução de custos e manutenção do equilíbrio nutricional (AGUIAR et al., 2015, p. 1014). Principalmente no período de estiagem o produtor necessita de recursos alimentares com fonte energética suficiente, adequado para a região e com custo acessível. Diante deste cenário, a palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) apresenta-se como recurso alimentar de extrema importância e devido a sua adaptação às condições edafoclimáticas da

região, tem sido frequentemente utilizada na alimentação de bovinos leiteiros, especialmente nos períodos de longas estiagens (FERREIRA; PESSOA; SILVA, 2008, apud AGUIAR et al., 2015, p. 1014).

A palma forrageira é nativa do México e bem adaptada às zonas áridas e semiáridas no mundo (STINTZING; CARLE, 2005, apud SILVA et al., 2015, p.1811). mesmo no ambiente seco, a planta pode apresentar elevada umidade, favorecendo as necessidades de água dos animais (SANTOS et al., 2009, apud AGUIAR et al., 2015, p. 1014). Além de ser um alimento rico em carboidratos não fibrosos e possuir alto teor de cinzas (FERREIRA, 2005, apud AGUIAR et al., 2015, p. 2014).

No Semiárido, o produtor procura várias possibilidades de manter seu rebanho no período de seca. Existem diversas alternativas e limitações, porém, a grande questão é encontrar condições que deem equilíbrio entre custos e resultados e que sejam adequadas para o convívio com o Semiárido.

De acordo com Donato *et al.* (2014), várias alternativas de alimentação suplementar têm sido utilizadas no intuito de minimizar essas limitações. No cultivo sob sequeiro, as plantas como palma forrageira, as quais são tolerantes aos estresses por déficit hídrico, temperaturas elevadas e excesso de radiação, são características da convivência com as limitações do ambiente físico predominantes no Semiárido (DONATO *et al.*, 2014, p.152).

Donato et al. (2014, p.152) traz em seus estudos as seguintes característica da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*): planta xerófila; processo de fotossíntese denominado Metabolismo Ácido das Crassulaceas (CAM) que resulta em economia hídrica em virtude do fechamento estomático durante o dia, abertura a noite com fixação de CO<sub>2</sub>. Tais características geram maior adaptação às condições adversas do Semiárido. Porém apesar da adaptabilidade à sua produtividade, tem sido baixa, principalmente por falta de manejo adequado (DONATO *et al.*, 2014, p. 152). Segundo informações da EMBRAPA Pecuária Sudeste (2015, p.42) “a palma possui um elevado potencial de produção, porém necessitam de adubação, controle de plantas daninhas e densidade de plantio adequado para expressar seu potencial produtivo”.

Então está claro que a palma forrageira é uma boa alternativa de convivência com o Semiárido, porém, as condições necessárias para extrair a maior produtividade possível precisam ser conhecidas e colocadas em práticas para assim obter os resultados desejados. Donato *et al.* (2014, p.152) diz que o conhecimento das variáveis morfométricas (altura da planta, taxa de brotação, alongamento e espessura dos cladódios) como também sua adaptabilidade e alterações nas práticas de manejo (adubação, espaçamento e densidade do plantio) são de grande importância para o alcance dos melhores resultados.

É sabido todo o potencial que o Nordeste tem para as forragens, com diferentes espécies considerando a rica biodiversidade desta região. Também ficou claro diante das informações até aqui tratadas que a palma forrageira pode ser considerada uma boa fonte de água e minerais com baixos teores de proteínas e lipídios (SILVA *et al.*, 2015, p.1817). Ficando evidente que o potencial desta forragem para ser extraído depende muito do manejo adequado para elevação de atributos nutricionais, tecnológicos e funcionais.

## ***2.2 A palma como “estrutura viva” de captação e armazenamento de água da chuva***

A falta de água causa um impacto muito grande na vida dos sertanejos, sobretudo do ponto de vista das famílias com condição social mais vulnerável, pois não possuem grandes mananciais de água disponível, mesmo, às vezes, sendo detentoras de terras. Falta água para uso domiciliar, agrícola e animal, tornando os sertanejos dependente das chuvas, que na maior parte do ano não ocorre. Na ocorrência de chuva, parte da água precipitada não é aproveitada, pois retorna à atmosfera por evapotranspiração, percola para as camadas mais profundas do solo ou escorre superficialmente.

No Brasil, o primeiro programa pensado para aproveitar a água da chuva e contemplar mais de 1 milhão de famílias que vivem no Semiárido distante de fontes hídricas superficiais e subterrânea foi o P1MC (Programa 1 Milhão de Cisternas). Trata-se de um programa incluído no programa governamental Fome Zero, em 2003, que viabilizou a construção de cisternas de placas de 16.000 litros. Em 2007, outro programa derivou do P1MC, o P1+2 (Programa Uma Terra e Duas Águas). Enquanto o primeiro concentrava-se em viabilizar o acesso à água para uso doméstico, o segundo visava a captação de água em cisternas de 51.000 litros para uso na agricultura e criação de animais.

As diversas técnicas desenvolvidas para captação e armazenamento de água de chuva são baseadas em estratégias mecânicas de construção civil, como telhado, pátio, estradas e reservatórios (cisterna, tanques ou solo). A grande vantagem destas técnicas, é que uma vez armazenada, a água pode ser destinada a múltiplos usos.

As políticas, ações, programas e projetos de captação e utilização da água da chuva no Semiárido encontram-se desassociadas da implantação de culturas tolerantes à seca, mas, que podem servir de “estruturas vivas” para captação e armazenamento da água da chuva. A maioria das vezes, a água armazenada nas cisternas é utilizada para irrigação de gramíneas e hortaliças, as quais possuem baixa eficiência do uso da água, quando comparada, por exemplo, à palma forrageira. Plantas de palma podem sobreviver a longos períodos de estiagem armazenando cerca de 1kg de água por raquete, servindo para alimentação e dessedentação animal, além de servir como uma alternativa econômica para produção de frutos, ornamentação e alimentação humana. De acordo com Feugang et al. (2006) o grande número de nutrientes potencialmente ativos e suas multifuncional propriedades fazem da palma um alimento que promove a saúde.

Quando irrigadas minimamente, por exemplo, duas irrigações de 0,5 litro/planta por semana (Campos, 2017), o agricultor pode obter plantas de palma Gigante com média de 15 kg. As plantas de palma apresentam em sua constituição aproximadamente 92% de água, que é armazenada principalmente no clorênquima e no parênquima (Scalasis et al., 2016), com isso, a palma pode assumir importante papel nos projetos de captação e uso da água da chuva.

### ***2.3 Necessidade de escolher a variedade e manejar adequadamente o cultivo da palma***

A palma forrageira apresenta uma alta eficiência no uso da água, pois em épocas de condições meteorológicas favoráveis (precipitação, temperatura amenas, alta UR do ar, presença de nebulosidade, baixo déficit de pressão de vapor) os cladódios jovens abrem seus estômatos durante o dia, mas mantendo uma perda de água pequena. Isso muda a captação de CO<sub>2</sub>, em espécie de natismo onde ela inclina seus cladódios jovens horizontalmente, isso acontece principalmente com a variedade de palma gigante. Nesse pequeno período esses cladódios jovens passam a trabalhar como planta C3, desta forma,

há um acúmulo de reserva e aumento no seu crescimento. Donato et al. (2017) afirma ainda que as espécies *Opuntia* contrariam a ideia de que planta do metabolismo ácido das crassuláceas (CAM) são pouco produtivas e que em condições ideais de ambiente e de manejo adequado pode ter produtividade que chega próximo das plantas de metabolismo C4, no entanto, se a planta passar por situações desfavoráveis, por falta de água no solo, por exemplo, pode estabilizar seu crescimento, tendo em vista que os processos fisiológicos e bioquímicos são dependentes da água.

As espécies forrageiras do gênero *Opuntia* e *Nopalea* são nativas de regiões áridas e semiáridas do México, que são regiões que sofrem secas constantemente. Por serem oriundas dessas regiões, desenvolveram ao longo de sua evolução mecanismo que permite exploração em ambientes pouco úmidos, graças ao processo que restringem à perda de água para a atmosfera (presença de cutículas espessas, baixa razão, superfície/volume; grandes vacúolos; tamanho, densidade estomática e frequência de abertura estomática reduzida). De acordo com Azevedo et al. (2013), a palma forrageira possui ainda outros atributos que intensificam a sua adaptação a ambientes com altos índices de escassez hídrica, como as grandes quantidades de drusas de exalato de cálcio, folhas modificadas em espinhos, câmaras subestomáticas, parênquimas clorofilianos, aquífero bem desenvolvido e células mucilaginosas.

As raízes são extremamente importantes na resistência à seca dessa cultura. A palma possui raízes laterais carnosas, e possibilita absorção em níveis baixíssimos de umidade. As raízes possuem uma camada fina impermeável que impede a perda de água para o solo seco, quando chega o período de seca a palma perde parte de suas raízes, ocorrendo uma cicratização para evitar perda de energia nesse período (DONATO et al 2017). O mesmo autor afirma ainda que a tolerância à seca, com base nas raízes, é a absorção rápida durante as chuvas leves, e pelo alto potencial negativo da raiz, com isso há uma redução no transporte de água para a parte aérea em decorrência da alta resistência hidráulica do sistema radicular.

A alta eficiência de uso da água da palma está diretamente ligado ao seu metabolismo (CAM), onde ela fecha os estômatos durante o dia e abre somente a noite para evitar a perda de água, na sua parte externa tem um tecido que reveste todo esse vegetal que

também evita que a planta perda água para o meio. Entre o cultivo de palmas forrageiras podemos destacar a Gigante, a Redonda e a Miúda como as mais difundidas no Semiárido, as quais sob os métodos atuais de cultivo, especialmente os adensados, e bem manejados, podem apresentar elevada produção de forragem (NEVES *et al.*, 2010, apud EMBRAPA PECUÁRIA SUDESTE, 2015, p.42). Também são conhecidas por outras nomenclaturas, isso depende muito da região, mas são basicamente as espécies *Opuntia ficus-indica*, conhecida como "redonda", "orelha-de-onça", "gigante", "graúda" ou "azedada" e a *Nopalea cochenillifera*, denominada de "miúda", "língua-de-vaca" ou "doce" (MAIA NETO, 2000, apud SILVA *et al.*, 2015, p.1811).

Diante das espécies supracitadas cabe ao produtor analisar as condições que melhor atendam às suas necessidades considerando todas as variáveis do ambiente (cenário climático, manejo, etc.) onde será cultivada e sua finalidade. Em estudo feito por Silva *et al.* (2015, p.1817) em suas conclusões ele traz as seguintes informações sobre as espécies mais cultivadas no Nordeste: a *Opuntia ficus-indica* destaca-se com valores superiores quanto aos teores de umidade, proteína, lipídios, sólidos solúveis, minerais e fibra bruta, além de comprimento, largura e massa fresca quando comparada à *Nopalea cochenillifera*.

Ao iniciar um estudo sobre plantas, é necessário que seja abordado todas as partes da mesma, e dessa forma, realizar um estudo aprofundado sobre seus frutos, flores, caule, folhas, como também as raízes e o solo que a nutre. Segundo Cunha *et al.* (2010, p.351) “o desenvolvimento do sistema radicular das plantas cultivadas vem sendo abordado nos estudos das inter-relações entre solo e planta, mas estes estudos ainda são escassos na maioria das culturas, inclusive as forrageiras.”.

O histórico da palma forrageira (*O. Ficus-indica* e *N. Cochenillidera*) no Brasil, principalmente no Nordeste, apresenta muitas controvérsias entre os autores. Segundo Pessoa (1967, apud SANTOS *et al.*, 2006) a princípio a palma foi cultivada com a finalidade de hospedar um inseto chamado cochonilha que é produtor de um corante vermelho (carmim), resultando em uma atividade sem vitórias, dessa forma, a palma forrageira passou a ser cultivada apenas como uma planta ornamental, até que, por acaso, perceberam que era uma forrageira, instigando o interesse dos criadores.

Segundo With *et al.* (2009, apud CAMPOS, 2018, p. 15), a palma forrageira pertence à divisão Angiosperma, Classe Eudicotiledoneas, Ordem Caryophylliales e família Cactaceae. Nessa família, existem 178 gêneros, com mais de 2.000 espécies conhecidas. Nos gêneros *Opuntia* e *Nopalea* é que estão presentes as espécies de palma mais utilizadas como forragem.

A palma forrageira (*Opuntia* spp.) é cultivada em todas as Américas, do Canadá ao Chile, encontrada também no sul dos Estados Unidos, em todos os países da América Central e do Caribe, como também nos países sul-americanos Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Peru e Venezuela. Espécies silvestres e cultivadas de *Opuntia* crescem também na Angola, Austrália, Índia e África do Sul. Esses países, representam juntos mais de 5 bilhões de hectares de zonas áridas e semiáridas, as mais extensas terras secas do planeta. (SÁENZ, 2013, apud LIRA *et al.*, 2016).

De acordo com Duque (2004, apud CAMPOS, 2018) no início do século XX a palma começou a ser cultivada para a finalidade forrageira, especialmente na região nordeste, que após a seca de 1932, o Ministério da Viação começou a implantação de diversas áreas de propagação, desde a Bahia até o Piauí, resultando em 222 campos dessa cactácea. Sendo essa uma ação classificada como o primeiro grande trabalho de ampliação da palma no Nordeste brasileiro.

Para a realização do estudo das plantas forrageiras, é de vital importância abarcar o número maior possível de fatores que influenciam no sistema solo-planta-animal, favorecendo assim um maior conhecimento do seu funcionamento. O crescimento das plantas forrageiras não é representado apenas pela parte aérea, mas também por seu desenvolvimento radicular, sendo a raiz o caminho de entrada de água e nutrientes. (GRISE *et al.*, 2004).

De acordo com Batista e Monteiro (2006, p.821) “um sistema radicular bem desenvolvido na gramínea forrageira é necessário para a formação e sustentação da planta e, como consequência, para a boa produtividade da pastagem.”. Ainda segundo os autores,

“no Brasil, as pastagens constituem a principal fonte de alimentação para os ruminantes. Aproximadamente 78 milhões de hectares são ocupados por pastagens naturais e 99,7 milhões de hectares por pastagens plantadas (BATISTA e MONTEIRO, 2006, p. 822).

Os dados do censo agropecuário do IBGE (2017), mostram que a área colhida de palma foi de 147.439 ha para aquele ano. Utilizando esses dados a Sudene elaborou um mapa da distribuição da palma por estados, dentro da sua área de atuação e da quantidade de estabelecimentos agropecuários produtores de palma forrageira, totalizando 125,725 propriedades, demonstrando assim a grande importância dessa cultura. (DOCUMENTO DE REFERÊNCIA SOBRE PALMA FORRAGEIRA, 2020).

A maior parte do Semiárido brasileiro fica localizado na região do Nordeste, que ocupa 7.438 km<sup>2</sup>, onde possui a peculiaridade de uma pluviosidade baixa e irregular, variando de 200 a 800 mm/ano, concentrados apenas em uma única estação de 3 a 5 meses, acontecendo períodos de estiagem. Possui temperaturas elevadas com altas taxas de evapotranspiração e balanço hídrico negativo durante boa parte do ano, com insolação muito forte (2.800 horas/ano) conivente à baixa umidade relativa, e os solos oriundos de rochas cristalinas, rasos pouco permeáveis. A estiagem em alguns anos apresenta-se estendida, causando assim a seca, algo que enfraquece a economia regional, ocasionando assim o êxodo da população, acentuando os impasses da região. (BANCO DO NORDESTE, 2020).

É notório que o sistema radicular das plantas vem despertando a curiosidade de pesquisadores, realizando estudos principalmente no que tange as inter-relações entre as plantas, os solos e outros organismos vivos, se sobressaindo os aspectos físicos, químicos e biológicos característicos do solo, local em que se espalha a raiz da planta. É importante destacar também que para a realização desses estudos, as imagens concebem uma valiosa ferramenta em estudos de crescimento radicular de plantas. (CRESTANA *et al.*, 1994).

Os sistemas de exploração das forrageiras são instigados por muitos fatores de produção, como o espaçamento de plantio e a adubação do solo. Quando os manejos destes são realizados coerentemente contribuem para que a palma atinja elevada produtividade, mostrando a importância e a potencialidade desta cactácea como garantia da segurança

alimentar dos rebanhos (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Segundo Felker (2001, *apud* LOPES *et al.*, 2009, p. 232); a palma forrageira, ao lado dos atributos de resistência a estiagem prolongadas, pode fornecer energia, água e vitamina A, garantindo o suprimento de alimentos extremamente importantes para a manutenção dos rebanhos, evitando frustrações na atividade pecuária, nos períodos de seca.

Além destas qualidades, um ponto que vale ser ressaltado é que a palma permite ser “armazenada” no campo, ou seja, ser colhida apenas quando houver necessidade, sem que sofra diminuição da qualidade da forragem, gerando assim grande produtividade e estabilidade aos sistemas de produção animal na região Semiárida. (ALVES *et al.*, 2007, *apud* DOCUMENTO DE REFERÊNCIA SOBRE PALMA FORRAGEIRA, 2020).

Sobre o plantio da palma, Santos *et al.* (2006) relata que o mesmo geralmente é realizado no terço final do período seco, pois de acordo com o autor, quando o período chuvoso inicia, estando os campos já implantados, evita o apodrecimento das raquetes que, quando plantadas na estação chuvosa, com muita água e em contato com o solo molhado, apodrecem.

Ainda sobre o plantio, Santos *et al.* (2006) apresenta as posições do artículo, que é um cladódio, também chamado de raquete e de “folha” pelos produtores, a sua posição pode ser inclina ou até mesmo vertical dentro da cova, onde a parte que estará voltada para a terra deve estar cortada. O espaçamento entre as raquetes vai depender muito do objetivo do produtor, se ele pretende realizar cortes a cada dois anos, realizando assim uma maior produção, o espaçamento deve ser de 1,0 x 0,25m, proporcionando mais adubação e capinas, apesar da maior produtividade, esse espaçamento em algumas localidades tem ocasionado sintomas de amarelecimento do palmal, podendo ser gerado supostamente por deficiências de alguns nutrientes no solo. Em um espaçamento de 1,0 c 0,5m a palma poderá ser colheita entre dois ou mais anos, sendo utilizada como alimento estratégico, usando adubação mineral com base em análise do solo e orgânica. Já a palma em fileiras duplas de 3,0 x 1,0 x 0,5m, é a cultivada para fins de consórcio, com culturas alimentares (Milho, feijão, algodão e outras culturas) ou forrageiras, além de possibilitar os tratos culturais com a tração motorizada.

A palma forrageira se caracteriza por acumular água conforme a disponibilidade no solo, e a biomassa seca da planta não encolhe com a indisponibilidade de água, ela mantém sua biomassa seca constante ou crescente, diferenciando apenas o peso da biomassa verde da planta, conforme a quantidade de água presente em seus tecidos, diretamente relacionadas às precipitações pluviométricas. A palma apresenta ter uma resposta consideravelmente rápida em relação ao seu crescimento radicular. Sua raiz possui maior concentração próxima da planta com 40 cm nas laterais e 10 cm de profundidade, e independente da época, sua raiz atinge profundidade de até 40 cm no período de precipitações pluviométricas. (EDVAN *et al.*, 2013).

Sobre as doenças descritas no Nordeste brasileiro, esteve em destaque variáveis podridões dos cladódios, ocasionadas por fungos, podridões das raquetes da base e de raízes. Essas doenças apresentam singularidades sintomatológicas diferentes e ocorrem com baixa incidência, dessa forma, não causam muitos prejuízos a cultura. (LIRA *et al.*, 2016).

#### ***2.4 Principais cultivares de palma***

De acordo com Santos *et al.* (2006), a palma foi trazida para o Brasil no período colonial, nesse período o objetivo principal era extrair um corante natural, que era produzido por um hospedeiro dessa planta (cochonilha do carmim). O cultivo como planta forrageira começou em meados do século XX, após a grande seca de 1932, o ministério da aviação iniciou a implantação de diversos campos de propagação, abrangendo diversos estados da região nordeste, como Bahia, Rio Grande do Norte, Paraíba entre outros, esse foi um grande marco para a propagação dessa cactácea no nordeste brasileiro (Duque, 2004).

A palma se adaptou bem as condições locais, por ter sido originada de uma região árida e semiárida, isso foi essencial para a sua adaptação e disseminação em todo Nordeste. Na Bahia há uma grande predominância em três cultivares, Gigante (*Opuntia ficus-indica* L), essa cultivar detém o maior percentual de áreas cultivadas do estado, 57%, a palma Doce (*Napalea cochenillifera* L), também conhecida como palma miúda, possui 23% de áreas cultivadas no estado, a última das três mais cultivadas do nosso estado temos a Orelha de Onça (*Opuntia sp*) ela conhecida popularmente como redonda atingindo 18% dentro das áreas cultivadas com palma forrageira na Bahia, os outros 2% ficam para outras cultivares, Almeida (2011).

A cultivar "Gigante" (*O. ficus-indica*), é uma planta de porte auto, possui o abito de crescimento cespitoso, pouco ramificado, cultivada em condições ideais é muito produtiva podendo chegar a 600 toneladas/há/ano, seus cladódios possuem peso médio de 2Kg e um comprimento que pode chegar a 0,5m, possui ainda tolerância a longos períodos de estiagem e a cochonilha de escamas, entretanto é susceptível a cochonilha do carmim (Lopes et al 2010)

Miúda (*Nopalea cochinillifera*), as cultivares dessa espécie possui um porte menor que as demais, porém seus caules são bem mais ramificados (crescimento prostrado), normalmente possui um maior teor de matéria seca e carboidratos, sendo assim mais nutritiva. Ela possui um fator muito importante que é a resistência a cochonilha do carmim, porém resistem menos a seca. A palma doce possui resultados inferiores em relação a gigante e a redonda quando falamos em matéria verde, no entanto por possui um teor maior de matéria seca os resultados equivalem (santos et al., 2006).

Orelha de Onça (*O. ficus-indica*), essa é uma excelente cultivar, bastante produtiva, cladódios bastante pesados, alto teor de armazenamento de água, isso que confere sua resistência a seca, mas é susceptível a cochonilha do carmim que é a principal praga da palma forrageira.

Orelha de elefante (*O. stricta*), essa cultivar é caracterizada pela sua alta taxa de emissão de cladódios novos (Campos, 2018), normalmente varia entre 9 a 15, saindo da planta mãe, é uma planta com o caule bastante ramificadas, com um bom crescimento horizontal, essa planta possui bastante espinha o que dificulta seu cultivo como forrageira, esses espinhos tem a função de reduzir a troca de calor com a atmosfera, otimizando ainda mais sua resistência a seca, ainda não a informação concreta de que esses espinhos podem trazer algum prejuízo para a alimentação dos animais. Uma característica muito importante também é a resistência a cochonilha do carmim que essa cultivar possui.

### ***2.5 As plantas como captadoras e armazenadoras de água da chuva***

Segundo o IBGE (2010), 38% da população brasileira vive no semiárido brasileiro, cerca de 8,5 milhões de pessoas, baseado nisso reforça o desafio de melhorar e ampliar cada vez mais as tecnologias de captação e armazenamento de água, a convivência com a seca é um dos maiores desafios dessa região, a busca por estratégias de armazenamento de

água e convivência com o semiárido é sempre bem vista pelos estudiosos, que são os sistemas de armazenamento de água de chuva.

Á muito tempo atrás, as políticas se baseava em estocar água, essa estratégia era extremamente fundamental para minimizar os problemas hídricos durante o período de estiagem, isso se dava por meio de açudes, canais, e barragens, esses eram os principais meios de estocar água da chuva. Mas no passar dos anos começou a haver umas quebras de paradigmas com relação a captação e armazenamento de água da chuva, daí começou o armazenamento de água em pequenas cisternas, que são tecnologias sócias simples de baix custo e de fácil replicação nas comunidades, isso permitem reservar água para o período de seca (BURITI; BARBOSA, 2018).

Atualmente as tecnologias de armazenamento, de água de chuva, já estão muito avançadas, e contemplada em muitas políticas públicas para a região semiárida, essas tecnologias permitem, implantação em larga escala, de aproveitamento de água de chuva, para um bom aproveitamento de dessa água pelas populações rurais, de comunidades difusas, no semiárido brasileiro, mesmo assim, todas essas tecnologias ainda não são o suficiente para atender as demandas hídricas, do povo do campo durante o período da seca.

Além das tecnologias citadas anteriormente, que já são um grande avanço para o semiárido, temos também as plantas xerófilas, que são extremamente resistentes aos climas árido e semiárido, essas plantas possuem uma grande capacidade de armazenar água dentro do seu sistema, o que garante a sobrevivência a longos períodos de seca e também podem suprir parcialmente a sede dos animais.

A quantidade de água armazenado em uma planta é de acordo com o espaço geográfico que ela se encontra, e todas elas fazem adaptações estruturais de acordo com o ambiente que se encontram, as regiões áridas e semiáridas temos as plantas xerófilas, que possui caule retorcido, diminuição do tamanho das folhas, perde as folhas quando a época não é favorável, todo isso são estratégia de convivência ao ambiente onde está inserido.

Temos também a palma forrageira que é muito resistente a longos período de estiagem, esta característica se dá pelo fato que esta planta é excelente para extrair água do solo, e por possuir o metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), é uma adaptação as condições áridas, a palma como ela é uma planta excelente para extrair a solução do solo, ela também é excelente em armazenar a água nos seus tecidos, e isso faz com que ela

resista a longos período de estiagem, porque consegue armazenar uma grande quantidade de água no seu tecido vegetal. O fato é que a palma ela não extrair menos água do que as demais plantas forrageiras, mas ela tem um mecanismo de armazenar o que absorve e resistem muito mais ao tempo seco.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado sob condições de campo na área experimental do Instituto Federal Baiano (IF Baiano), *Campus* Senhor do Bonfim, situada nas coordenadas (10°27'46" Sul, longitude 40°11'27" Oeste) e altitude de 520m, Semiárido do estado da Bahia. A precipitação anual média do local é de 650 mm. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo e apresenta 22,3% de argila, 7,9% de silte e 69,8% de areia, classificado quanto à textura como Franco Argilo Arenoso.

A preparação da área consistiu em aração e gradagem de forma mecanizada. Posteriormente, realizou-se a calagem a partir das informações obtidas por meio da análise química de solo (Tabela 1). Foi aplicado 50-60-50 kg ha<sup>-1</sup> de N-P-K, respectivamente, via adubação mineral na forma de ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, conforme recomendado por Albuquerque et al. (2000) e Dubeux Junior et al. (2006).

Tabela 1. Atributos químicos do solo da área experimental, Senhor do Bonfim-BA.

pH	P	K	Ca+Mg	Al	H+Al	Na	SB	CTC	V	M.O
1:2,5			mg/dm <sup>3</sup>				Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>		%	g/kg
5,41	20	60	2,4	1,9	2,4	0,15	2,7	5,1	53	1,0

O experimento foi realizado no segundo ano de condução da lavoura, seguindo-se um delineamento em blocos casualizados com quatro repetições e parcelas experimentais formadas por três plantas úteis. As cinco variedades de palma forrageira estudadas foram as seguintes: 1 Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* (Haw.) Haw), IPA-Sertânia (*N. cochenillifera* Salm Dyck), Doce (*N. cochenillifera* Salm Dyck), Gigante (*O. Ficus-indica* Mill) e Orelha de Onça (*O. Ficus-indica* Mill). No total, o experimento constou de 30 parcelas experimentais. Cada parcela foi delimitada por uma área de 12 m<sup>2</sup>. O espaçamento de plantio foi de 1 m entre fileira e 0,50 m entre plantas, formando uma densidade total de

20 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

Foram monitoradas variáveis meteorológicas (temperatura, umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica, radiação solar global) por meio de uma estação automática pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada dentro da área experimental.

O período experimental compreendeu dois ciclos de cultivo (agosto de 2016 a julho de 2019) da palma forrageira. No momento do segundo corte, foram coletadas quatro plantas de cada parcela, obedecendo ao corte mais moderno de plantio adensado, deixando apenas a planta mãe, e toda parte aérea levada ao laboratório onde foi feita a contagem da quantidade de cladódios. Em seguida, todas as plantas coletadas foram pesadas (matéria fresca), tendo assim o peso da planta e o peso médio dos cladódios frescos. Após esse procedimento, toda a planta foi triturada em uma forrageira e retirado 1 Kg de amostra. A amostra foi colocada ao sol (Figura 01) para diminuir a umidade e em seguida levada à estufa a 55°C para retirar toda água. Após a seca, as amostras foram pesadas, para obtenção da matéria seca.



Figura 01. Exemplo de amostra de palma triturada fresca e seca ao sol.

A produtividade de massa verde da palma foi calculada pelo produto entre a massa verde por planta e a quantidade de plantas por hectare de acordo com a densidade de plantio adotada. A diferença entre a massa fresca e a massa seca das plantas forneceu a massa de água armazenada em cada planta. Os dados de massa verde e de água armazenada obtidos foram submetidos à análise de variância para verificação do efeito residual da irrigação utilizada no ano de implantação do pomar, para cada variedade estudada, e entre variedades foi verificada aquela que apresenta maior potencial de armazenagem de água da chuva.

Foi obtida a distribuição de raízes das cinco variedades de palma. Para isso, trincheiras foram abertas próximas às palmas irrigadas e não irrigadas, nas cinco variedades diferentes. A trincheira foi aberta no sentido da planta até 1,0m de distância da entre linha de plantio, e 0,10m de largura com uma profundidade de 0,40m, conforme mostra a Figura 02.



Figura 2. Trincheiras para amostragem das raízes de palma.

Foram retirados monólitos de solos com as dimensões de 0,20m x 0,20m x 0,10m (Figura 03). Esse solo foi lavado com água corrente em peneiras com as malhas de 1,19,

0,8, e 0,4 mm. As raízes coletadas foram pesadas para determinar a matéria verde, e em seguida levadas à estufa para determinação da matéria seca.



Figura 03. Monólito de solo para coleta das raízes de palma.

### ***3.1 Estatística***

Os dados medidos das variáveis respostas Número de Cladódios (NC), Massa fresca da Planta (MP), Massa fresca de Cladódios (MC), percentual de Massa Seca da planta (MS), e Volume de água armazenada na planta (VARM) foram submetidos à análise de variância em função das fontes de variação “variedades” e sistema de cultivo. As médias obtidas foram contrastadas pelo teste de Tukey com um grau de confiança de 95 % ( $p < 0,05$ ).

Os dados de massa seca e concentração de raízes foram utilizados para elaboração de mapas bi-dimensionais de distribuição radicular e submetidos a análise de variância com posterior contraste entre médias por meio do teste de Tukey com um grau de confiança de 95 % ( $p < 0,05$ ).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### *4.1 A palma como um reservatório natural de água*

Verificou-se no presente estudo que em média cerca de 90 % de um cladódio de palma cultivada em sequeiro é composto por água (Tabela 2). Portanto, a palma possui uma grande capacidade de armazenamento de água, sendo esta uma característica particularmente útil para ações de convivência com o semiárido, pois, trata-se de uma planta que serve como alimento para pessoas e animais, hidratação do rebanho, podendo ser considerada como um “reservatório natural de água”.

De acordo com Nobel (2002) e Galizzi et al., (2004) a palma forrageira é uma alternativa atraente para ambientes semiáridos devido à sua eficiência na conversão de água em matéria seca e, portanto, em energia digestível. Mas, a capacidade de armazenamento de água da chuva da palma varia conforme a variedade cultivada. No presente estudo, percebeu-se que a variedade “Orelha de Elefante Mexicana (OEM)” é a que possui maior capacidade de armazenamento de água da chuva em cultivo em sequeiro. Conforme Tabela 2, enquanto as demais variedades armazenaram em média cerca de 2 litros/planta, a “OEM” armazenou cerca de 13 litros/planta. De todas as variedades estudadas, a “OEM” foi a única que se diferenciou das demais, produzindo mais massa fresca por planta e armazenando mais água.

Verificou-se não haver relação bem definida entre o número de cladódios produzidos e a capacidade de armazenamento de água das diferentes variedades. A variedade “Doce” foi a que apresentou maior número de cladódios, entretanto com plantas de menor capacidade de armazenamento de água do que a “OEM”.

De acordo com Santos et al., (2020) a palma forrageira “OEM” é originada do México e foi introduzida no Brasil em 1996 dada a sua adaptação às condições semiáridas com destacada produtividade. É uma variedade pouco exigente em fertilidade do solo (Silva et al. 2015; Inácio et al., 2020) e resistente à cochonilha do carmim (Vasconcelos et al. 2009). Diversos autores apontam que a alta densidade de espinhos nessa variedade é responsável pela redução da temperatura no caule e redução de captação de luz pelo cladódio, favorecendo maior resistência à seca (Nobel, 1983; Rao et al., 2006; Cavalcanti et al., 2008; Dantas, 2021). Assim, considerando que os palmais de palma foram particamente dizimados em parte do Semiárido Brasileiro por serem formados por plantas altamente suscetíveis ao referido inseto (Santos et al. 2020) e diante dos resultados obtidos neste trabalho, sugere-se prioridade a “OEM” como complemento às tecnologias sociais de convivência com a seca, devendo ser priorizada em ações, planos e projetos voltados ao desenvolvimento socio-econômico no semiárido, a exemplo dos esforços na recuperação de áreas degradadas, dos processos agroindustriais e de aperfeiçoamento das tecnologias de captação, armazenamento e uso da água da chuva.

Tabela 2. Variáveis de produção e armazenagem de água da chuva em diferentes variedades de palma no segundo ciclo de produção cultivada em condição de sequeiro por dois ciclos consecutivos.

Variedades	Segundo Ciclo – cultivo em sequeiro				
	NC	MP (kg)	MC (kg)	MS (%)	VARM (litro/planta)
OO	8,6 ab	1,9 a	0,2 ab	9,4 a	1,7 a
IPA	5,4 a	1,9 a	0,3 b	9,2 a	1,7 a
Gigante	7,33 ab	2,2 a	0,2 ab	12 a	1,9 a
Doce	18,5 b	2,8 a	0,1 a	13,4 a	2,4 a
OEM	7,14 ab	14,6 b	0,5 c	9,46 a	13,2 b

NC – Número de Cladódio; MP – Massa fresca de Planta; MC – Massa de Cladódio; MS – percentual de Massa Seca da planta; VARM – Volume de água armazenado na planta; OEM – Orelha de Elefante Mexicana; OO – Orelha de Onça. Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si segundo o teste de Tukey a

95% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

Considerando o espaçamento adotado no experimento (1 m x 0,5 m), e de acordo a média de armazenamento de água nas plantas da variedade “OEM”, pode-se considerar que será possível obter ao final de cada ciclo de produção cerca de 260.000 litros de água armazenada por hectare de área cultivadas com “OEM” em condição de sequeiro. Volume este equivalente ao volume de armazenagem de 5 cisternas de produção (51.000 litros) - comumente adotadas como alternativa para armazenamento de água da chuva no semiárido.

Verificou-se que quando a “OEM” foi irrigada no 1º ciclo e não irrigado no segundo ciclo, a sua produtividade não foi alterada comparativamente as plantas mantidas em sequeiro nos dois ciclos (Tabela 3). Entretanto, as variedades Orelha de Onça, IPA e Gigante, quando irrigadas no primeiro ciclo e mantidas em sequeiro no segundo, produziram cerca de cinco vezes mais do que as plantas mantidas em sequeiro nos dois ciclos. Estes resultados abrem perspectivas estratégicas pois traz à luz a possibilidade da alternância anual da irrigação da palma. Irrigar anualmente a palma pode ser particularmente útil para famílias situadas em locais com restrição de água, tais como as beneficiadas por programas de captação e armazenamento de água da chuva, as quais podem dobrar a área de cultivo de palma em dois anos.

Freitas Campos et al. (2021) na mesma área experimental do presente estudo verificaram que uma lâmina suplementar de 50 mm/ciclo satisfaz bem a necessidade de irrigação da palma nas condições climáticas de Senhor do Bonfim-BA, elevando a eficiência de uso da água da “OEM” de 33 kg de matéria fresca por  $m^{-3}$  de água cultivada em sequeiro para 400  $kg/m^{-3}$  quando irrigada. Portanto, com uma cisterna de produção de 51.000 litros é possível cultivar 2.000 plantas de palma. Por outro lado, as 2.000 plantas cultivadas podem fornecer cerca de 26.000 litros de água na ocasião da colheita, além de carboidratos, proteína e minerais.

Uma alternativa para ampliação das áreas destinadas ao cultivo de palma utilizando água da chuva armazenada em cisternas é irrigar a palma em um ciclo e não irrigar em outro. Por exemplo, pode-se manter por um ano uma área de 1.000  $m^2$  (2.000 plantas) sendo

irrigada com água captada da chuva e armazenada em cisterna de produção, e no ano seguinte manter esta área em sequeiro para utilizar a água captada da chuva em outra área de 1.000 m<sup>2</sup>. Esta proposição surge da análise dos valores da massa fresca de plantas cultivadas em sequeiro por dois ciclos consecutivos em comparação a plantas que receberam água por irrigação apenas no primeiro ciclo. Percebeu-se que ao irrigar o cultivo das variedades Orelha de Onça, IPA e Gigante apenas no primeiro ciclo, estas passam a produzir cerca de cinco vezes mais no segundo ciclo do que as plantas submetidas continuamente ao sequeiro.

Quando as variedades “Gigante” e “Orelha de Elefante Mexicana” foram irrigadas no primeiro ciclo e cultivadas em sequeiro no segundo ciclo, estas não se diferenciaram quanto ao poder de armazenamento de água, segundo as variáveis Massa Fresca de Plantas e Volume de Água Armazenada por Planta (Tabela 3). Já quando essas duas variedades foram cultivadas eminentemente em sequeiro por dois ciclos consecutivos, a variedade “Orelha de Elefante Mexicana” superou em cerca de cinco vezes a “Gigante” no que diz respeito a capacidade de armazenagem de água. A cultivar Orelha de Elefante Mexicana (*O. stricta*) é caracterizada por alta taxa de emissão de cladódios primários (9 a 15) e apresentar um crescimento horizontal maior do que o crescimento vertical Campos et al. (2021). Esta variedade possui alta densidade de espinhos, influenciando na troca de calor com a atmosfera, reduzindo a temperatura dos cladódios durante o dia, otimizando a tolerância a períodos secos Campos et al. (2021).

A estratégia de irrigar a palma apenas no primeiro ciclo, e mantê-la em sequeiro no segundo, resultou em efeito significativo apenas nas variedades “Orelha de Elefante Mexicana” e “Gigante”.

Tabela 3. Massa Fresca e Volume de Água da Chuva armazenada em variedades de palma no segundo ciclo de colheita cultivadas em sequeiro por dois ciclos e com alternância de irrigação por ciclo.

Forma de Cultivo	Massa Fresca de Plantas (kg/planta)				
	Orelha de Elefante	Orelha de Onça	IPA	Gigante	Doce
Irigado no 1º ciclo e	17,6aC	10,0aAB	6,6aA	13,0aBC	5,8aA

não irrigado no segundo ciclo					
Em sequeiro nos dois ciclos	14,6aB	1,9bA	1,9bA	2,2bA	2,8aA
Volume de Água armazenada por planta (L/planta)					
Forma de Cultivo	Orelha de Elefante	Orelha de Onça	IPA	Gigante	Doce
Irrigado no 1º ciclo e não irrigado no segundo ciclo	16,0aC	9,4aAB	6,0aA	12,2aBC	5,2aA
Em sequeiro nos dois ciclos	13,2aB	1,7bA	1,7bA	1,95bA	2,4aA
Massa Seca de Plantas (%)					
Forma de Cultivo	Orelha de Elefante	Orelha de Onça	IPA	Gigante	Doce
Irrigado no 1º ciclo e não irrigado no segundo ciclo	8,8aA	6,7aA	8,67aA	6,3aA	9,42aA
Em sequeiro nos dois ciclos	9,5aB	13,7bA	12,24bAB	12,03bAB	13,4bA B

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si segundo o teste de Tukey a 95% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

A palma tem um metabolismo fotossintético CAM (ácido crassuláceo) que ocorre à noite e não durante o dia. Assim, a absorção de CO<sub>2</sub> e a liberação de O<sub>2</sub> ocorre durante a noite e a subsequente formação de moléculas orgânicas, principalmente carboidratos, ocorre durante a fotossíntese com os estômatos da planta fechados (Bastide et al., 1993). Como consequência tem-se grande economia de água, pois os estômatos são fechados durante o dia quando a demanda evaporativa é alta. Segundo Nobel (2002) mesmo durante a transpiração há redução de perda de água devido à características como folhas modificadas em espinho e baixa densidade estomática (10 a 20 vezes menor do que as plantas com fotossíntese C3 e C4). A palma forrageira é portanto, particularmente eficiente na conversão de água em matéria seca (Galizzi et al., 2004). Adicionalmente, a palma pode ser cultivada para alimentação humana (HERNÁNDEZ-URBIOLA et al., 2010), para fins medicinais (LIMA; SIMÕES, 2005) e como matéria-prima de cosméticos e para uso como cerca viva (VALDEZ, 2005).

Durante o segundo ciclo de cultivo (janeiro de 2018 a julho de 2019) a precipitação total na área foi de 987 mm (Figura 1). Neste trabalho e em acordo com Kahinda et al., (2007) a relação de cada mm precipitado com a produção de massa seca de palma obtida no

segundo ciclo foi considerada como “produtividade da água da chuva (PAC)”. Neste sentido, a PAC obtida em todas as variedades estudadas foi em média 17 kg/ha/mm de chuva quando as plantas foram irrigadas no primeiro ciclo e de 10 kg/ha/mm de chuva quando cultivada em sequeiro nos dois ciclos. A maior taxa de conversão foi verificada na variedade “OEM”, sendo que esta variedade não sofreu efeito da presença de irrigação no primeiro ciclo de produção. As demais variedades sofreram efeito significativo da realização de irrigação no primeiro ciclo, pois a PAC foi menor nas plantas cultivadas em sequeiro por dois ciclos consecutivos.

Tabela 4. Produtividade da água da Chuva (kg de massa seca/ha/mm de chuva) no cultivo de palma no segundo ciclo de produção.

Forma de Cultivo	OEM	OO	IPA	Gigante	Doce
Irigado no 1º ciclo e não irrigado no segundo ciclo	32,3aC	13,5aAB	11,5aA	16,6aB	11,07aA
Em sequeiro nos dois ciclos	28,1aB	5,2bA	4,7bA	5,3bA	7,6bA

• OEM – Orelha de Elefante Mexicana; OO – Orelha de Onça

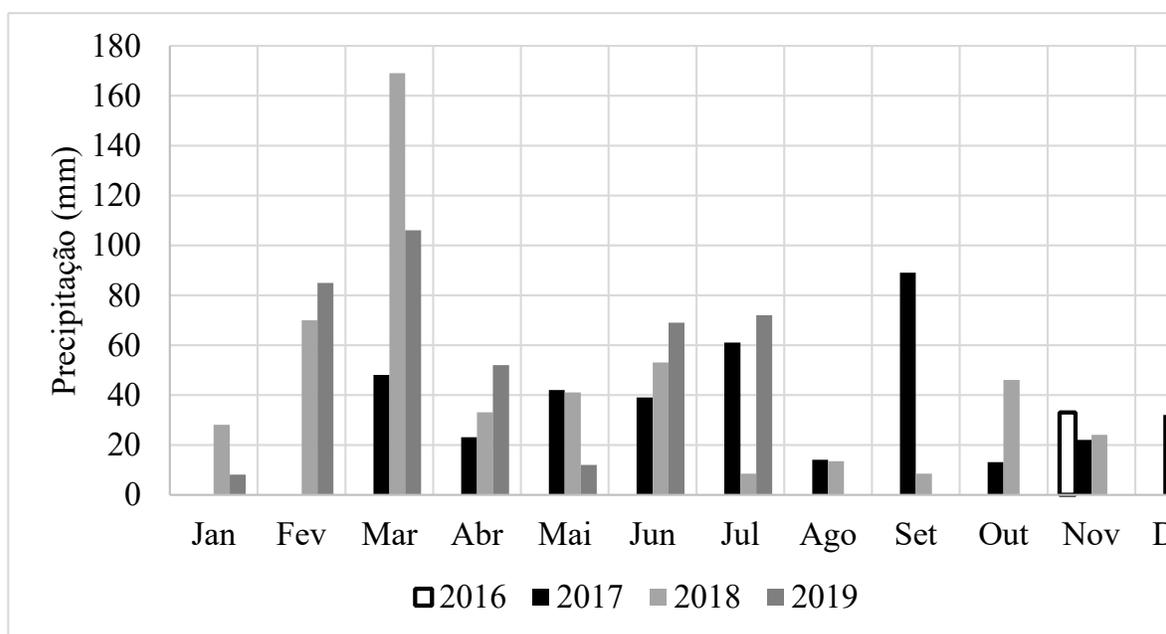


Figura 4. Precipitação mensal durante dois ciclos de cultivo de cinco variedades de palma.

#### 4.2 Distribuição do sistema radicular de cinco variedades de palma

As raízes não servem apenas para a sustentação das plantas, elas possuem funções adicionais e são cruciais para a absorção da solução do solo (água + nutrientes) o que permite que as plantas realizem todos os processos bioquímicos que garantem o seu crescimento e desenvolvimento.

No presente experimento, ao ser analisada a distribuição do sistema radicular das variedades de palma, verificou-se que de uma maneira geral mais de 90% das raízes dessa planta se concentram nos primeiros 0,2m de profundidade. Na condição em que as plantas foram cultivadas por dois ciclos consecutivos em sequeiro, apenas 2,2% do total de raízes foram encontradas abaixo de 0,2m. Quando as plantas foram irrigadas no primeiro ciclo, apenas 3,8% do total foram encontradas abaixo de 0,2m. Comparando-se as massas secas de raízes obtidas nas diferentes posições das duas condições de cultivo, verificou-se haver distinção apenas na posição D 0,2m P 0,2m, com maior concentração na condição irrigada, possivelmente em função da disponibilidade de água no solo gerada pela posição do gotejador (0,20 m da planta). Conforme pode-se observar na Tabela 5, há presença de raízes em toda entre-linha de plantio na camada 0-20 cm. De acordo com Frota et al., (2015) as raízes da palma forrageira se apresentam como um conjunto de redes finas concentradas nas regiões próximas da camada superficial do solo (até 10-20 cm), adaptadas para absorver a água de chuvas leves e até do orvalho. Para Sampaio (2005) uma característica importante do sistema radicular da palma é a morte e a renovação de um percentual das raízes, conforme a falta de água por períodos mais prolongados e o retorno da umidade ao solo.

Tabela 5. Distribuição espacial média de raízes ( $\text{mg}/\text{cm}^3$ ) na entre linha de plantio de no segundo ciclo de cultivo.

Forma de Cultivo	D 0,2 m		D 0,4 m		D 0,6 m		D 0,8 m		D 1 m	
	P 0,2 m	P 0,4 m								
Irrigado no 1º ciclo e não irrigado no segundo ciclo	3,9a	0,1a	2,2a	0,0a	1,6a	0,0a	2,2a	0,0a	1,8a	0,0a
Em sequeiro nos dois ciclos	5,5b	0,4a	2,6a	0,1a	2,2a	0,0a	2,3a	0,0a	2a	0,0a

D - Distância da planta; P- Profundidade do solo;

Pela distribuição espacial de massa seca de raízes das variedades de palma (Tabela 6) observa-se haver diferença entre elas nos primeiros 0,2m de profundidade até 0,4m de distância da planta. A variedade Orelha de Elefante Mexicana, destaca-se como aquela que

apresenta maior concentração de raízes, com intensa concentração nos primeiros 0,2 m seguindo até 0,4 m, seguida da variedade gigante que se diferenciou da OO, IPA e Miúda.

Tabela 6. Distribuição espacial média de raízes ( $\text{mg}/\text{cm}^3$ ) na entre linha de plantio no segundo ciclo de cultivo de cinco variedades de palma.

	D 0,2 m		D 0,4 m		D 0,6 m		D 0,8 m		D 1 m	
	P 0,2 m	P 0,4 m								
Doce	2,4a	0,1a	1,6a	0,0a	1,6a	0,015	1,375	0,0075	1,65	0,005
IPA	3,4a	0,3a	1,3a	0,0a	2,2a	0,015	2,375	0,00225	1,8	0,0225
OO	3,5a	0,3a	2,5ab	0,0a	2,2a	0,0175	3,025	0,05	2,765	0,025
Gigante	5,4b	0,3a	3,3b	0,1a	1,6a	0,02	2,125	0,0075	1,925	0,015
OEM	8,9c	0,2a	3,4b	0,0a	1,9a	0,125	2,7675	0,075	1,625	0,05

D- Distância (m); P – Profundidade (m)

Quadro 1. Distribuição espacial média de raízes ( $\text{mg}/\text{cm}^3$ ) na entre linha de plantio no segundo ciclo de cultivo de cinco variedades de palma.

	D 0,2 m		D 0,4 m		D 0,6 m		D 0,8M		D 0,6M	
	P 0,2 m	P 0,4 m	P 0,2 m	P 0,4 m	P 0,2 m	P 0,4 m	P 0,2 m	P 0,2 m	P 0,2 m	P 0,2 m
<b>OEM</b>										
Irigado no 1º ciclo e não irrigado no segundo ciclo	9,5a	0,3a	3,8a	0,0a	2,5a	0,0a	2,6a	0,0a	1,9a	0,0a
Em sequeiro nos dois ciclos	8,4a	0,1a	3,0a	0,0a	1,2a	0,2a	2,8a	0,0a	1,3a	0,1a
<b>Gigante</b>										
Irigado no 1º ciclo e não irrigado no segundo ciclo	8,1a	0,4a	4,9a	0,1a	1,6a	0,0a	1,9a	0,0a	1,9a	0,0a
Em sequeiro nos dois ciclos	2,6b	0,2a	1,6b	0,0a	1,6a	0,0a	2,2a	0,0a	1,9a	0,0a
<b>IPA</b>										
Irigado no 1º ciclo e não irrigado no segundo ciclo	3,9a	0,4a	1,8a	0,1a	1,4a	0,0a	2,1a	0,0a	1,7a	0,0a
Em sequeiro nos dois ciclos	2,9a	0,1a	0,8a	0,0a	3,0a	0,0a	2,6a	0,0a	1,8a	0,0a
<b>Doce</b>										
Irigado no 1º ciclo e não irrigado no segundo ciclo	3a	0a	1,8a	0,0a	1,9a	0,0a	1,0a	0,0a	1,0a	0,0a
Em sequeiro nos dois ciclos	1,8a	0,2a	1,3a	0,0a	1,2a	0,0a	1,7a	0,0a	2,0a	0,0a
<b>Orelha de Onça</b>										
Irigado no 1º ciclo e não irrigado no segundo ciclo	4,1a	0,3a	2,8a	0,1a	1,8a	0,0a	2,6a	0,0a	2,6a	0,0a
Em sequeiro nos dois ciclos	3,0a	0,4a	2,2a	0,0a	2,5a	0,0a	3,3a	0,1a	2,9a	0,0a

Observou-se que a maior densidade de raízes - para todas as variedades - ocorre com maior predominância nas profundidades entre 0 a 0,20 m e entre 0 a 0,30 m de distância da planta. Esse padrão de distribuição de raízes observados, apresenta-se como uma zona de interesse para alocação de fertilizantes e pode ser entendida como uma zona para posicionamento de sensor, no caso do monitoramento da umidade ou potencial da água no solo para fins de decisão quanto à irrigação. Considerando a aceitação e expansão de áreas irrigadas da palma farrageira, a informação sobre profundidade de raízes será útil também para fins de planejamento da irrigação.

O padrão observado nas plantas submetidas a alternância de irrigação pode ser explicado pelo fato do primeiro ano do cultivo contar com o sistema de por gotejamento tipo fonte sendo característico a formação de um bulbo molhado. Devido a essas características de distribuição de água ocorre o maior desenvolvimento das raízes dentro do bulbo. Esse comportamento não é só observado na cultura da palma mas por vários outros cultivos, por exemplo Coelho et al, (2010), verificaram que a zona de extração está diretamente ligada ao padrão de distribuição de água próximo ao emissor.

Nascimento et al, (2019), estudaram a variação de armazenamento de água no solo em três dimensões na cultura do meloeiro irrigado por gotejamento, e observaram que os maiores valores observados ocorrem próximo da planta e conseqüentemente do gotejador, isso ocorre assim como neste estudo devido o maior desenvolvimento das raízes nesta região.

Nascimento et al, (2021), recomendou como local para o posicionamento de sensores de água para estimativa de evapotranspiração do maracujazeiro irrigado a região onde ocorre a extração média de água pelas raízes, os autores ainda observaram que para cultura do maracujazeiro irrigado a extração e o maior volume de raízes ocorre dentro do bulbo molhado.

Ainda na é possível perceber que ocorre a incidência de raízes para todas as variedades até 0,8m, isso ocorre porque, como não houve a irrigação no segundo ano de cultivo e a demanda hídrica de cultivo foi suprida totalmente pelas chuvas irregulares da cidade de Senhor do Bonfim o sistema radicular teve que aumentar sua abrangência em

busca de água, porém não se observou um aprofundamento do sistema radicular, isso se dá pelas características morfológicas da planta.

Apesar da grande importância da palma forrageira, para o bom desenvolvimento dos empreendimentos agrícolas das regiões áridas e semiáridas, existem até então poucos registros sobre profundidade efetiva do sistema radicular dessa cultura. Essa cultura apresenta grande quantidade de raízes laterais carnosas desenvolvidos a partir de raízes principais, isso é uma característica muito importante pois possibilita a absorção de água em baixo nível de umidade, também possui uma camada impermeável, isso impede que a água seja perdida para o solo seco.

## 5. CONCLUSÃO

Mais de 90% das raízes das variedades de palma estudadas se concentram nos primeiros 0,2m de profundidade do solo, sendo que há presença de raízes em toda região entre-linha e entre-plantas na camada 0-0,2m. A variedade “Orelha de Elefante Mexicana (OEM)” é, dentre as variedades estudadas, aquela que possui maior capacidade de armazenar água da chuva. Pode-se considerar que será possível obter ao final de cada ciclo de produção cerca de 260.000 litros de água armazenada por hectare de OEM cultivado em condição de sequeiro. Volume este equivalente ao volume de armazenagem de 5 cisternas de produção (51.000 litros) - comumente adotadas como alternativa para armazenamento de água da chuva no semiárido. Percebeu-se que as variedades Orelha de Onça, IPA e Gigante, quando irrigadas no primeiro ciclo e mantidas em sequeiro no segundo, produziram cerca de cinco vezes mais do que as plantas mantidas em sequeiro nos dois ciclos. Estes resultados abrem horizontes estratégicos à luz da possibilidade de alternância anual da irrigação da palma.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, M.S.M.A. et al. Palma forrageira em dietas de novilhas leiteiras confinadas: desempenho e viabilidade econômica. *Revista Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 36, n.2, p. 1013-1030, mar./abr. 2015. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/4457/445744147040/>>. Acessado em: 15 de outubro de 2018.

ALMEIDA, J. A palma forrageira na região semiárida do estado da Bahia: diagnóstico, crescimento e produtividade. 95 F. Tese (Doutorado) - Universidade do recôncavo da Bahia, Cruz das Almas - BA, 2011.

BANCO DO NORDESTE. Agenda do produtor rural. 2020. 290p.

BASTIDE, B., SIPES, D., HANN, J., THING, P. Effect of severe water stress on aspects of crassulacean acid metabolism in xerophytes. *Plant Physiol.* 103, 1089–1096, 1993.

BATISTA, K.; MONTEIRO, F. A. Sistema Radicular do Capim-marandu, considerando as combinações de doses de Nitrogênio e de Enxofre. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 30, p. 821-828, 2006.

CAMPOS, A. R. F. Manejo de irrigação da cultura da palma forrageira submetida diferentes potenciais matriciais de água no solo. Tese de Doutorado do Programa de Engenharia Agrícola da UFRB. Cruz das Almas, Bahia, 2018.

CAMPOS, A. R. F. Manejo de irrigação na palma forrageira: definição de critérios com base no potencial matricial da água no solo. Cruz das Almas, BA, 2018. 102p. Tese de Doutorado do programa de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do recôncavo baiano. Cruz das Almas, Bahia, 2018.

CAVALCANTI, M. C. A. et al. Consumo e comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) e palma orelha-de-elefante (*Opuntia* sp.). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v.30, p.173-179, 2008.

CRESTANA, S.; GUIMARÃES, M. F.; JORGE, L. A. C.; RALISCH, R.; TOZZI, C. L.; TORRE, A. & VAZ, C. M. P. Avaliação da distribuição de raízes no solo auxiliada por processamento de imagens digitais. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 18, p. 365-371, 1994.

CUNHA, F. F.; RAMOS, M. M.; ALENCAR, C. A. B.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C.; OLIVEIRA, R. A. Sistema radicular de seis gramíneas irrigadas em diferentes adubações

nitrogenadas e manejos. *Acta Scientiarum. Agronomy Maringá*, v. 32, n. 2, p. 351-357, 2010.

Dantas, E. E. M. Palma forrageira como aditivo associada à ureia em silagem de grão de milho. Dissertação de Mestrado; (Programa de Pós-graduação em Ciência Animal) - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Saúde e Tecnologia Rural – 2021.

Documento de Referência Palma SUDENE - DOCUMENTO DE REFERÊNCIA SOBRE PALMA FORRAGEIRA. Elaboração: SUDENE E INSA. Versão Final. 05.03.20.

DONATO, P. E. R. *et al.* Morfometria e rendimento da palma forrageira 'Gigante' sob diferentes espaçamentos e doses de adubação orgânica. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v. 9, n. 1, p. 151-158, 2014.

DUBEUX JÚNIOR *et al.* Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira –Clone IPA-201. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v. 5, n.1, p. 129 – 135, 2010.

DUQUE, J G. O Nordeste e as lavouras Xerófilas. 4 ed. Fortaleza: BNB, 2004.

EDVAN, R. L.; FERNADES, P. D.; CRNEIRO, M. S. de S.; NEDER, D. G.; ARAUJO, J. S.; ANDRADE, A. P. de.; SOUTO FILHO, L. T. Acúmulo de biomassa e crescimento radicular da palma forrageira em diferentes épocas de colheita. *Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient., Curitiba*, v. 11, n. 4, p. 35-43, 2013. Disponível: <[https://www.researchgate.net/publication/280902275\\_Acumulo\\_de\\_biomassa\\_e\\_crescimento\\_radicular\\_da\\_palma\\_forrageira\\_em\\_diferentes\\_epocas\\_de\\_colheita](https://www.researchgate.net/publication/280902275_Acumulo_de_biomassa_e_crescimento_radicular_da_palma_forrageira_em_diferentes_epocas_de_colheita)>. Acesso em: 25/06/2020.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema de Produção de Melancia. EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2010. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/irrigacao.htm>>. Acessado em 13 de outubro de 2018.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Produção animal no Brasil: caracterização, simulação de cenários para pastagens e alternativas de adaptação às mudanças climáticas. EMBRAPA Pecuária Sudeste: São Carlos - SP, 2015. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/78557103.pdf>>. Acessado em: 13 de outubro de 2018.

FEUGANG, J. M.; KONARSKI, P.; ZOU, D.; STINTZING, F. C.; ZOU, C. Nutritional

and medicinal use of Cactus pear (*Opuntia* spp.) cladodes and fruits. *Frontiers in Bioscience* 11: 2574-2589. 2006.

ficus-indica in a traditional farm setting in Argentina. *Journal of Arid Environments* 59:  
 FROTA, M. N. L.; CARNEIRO, M. S. S. C.; CARVALHO, G. M. C.; ARAÚJO NETO, R.  
 B. Palma Forrageira na Alimentação Animal. - Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2015.

Galizzi, F. A., P. Felker, C. Gonza`lez, and D. Gardiner. 2004. Correlations between soil and cladode nutrient concentrations and fruit yield and quality in cactus pears, *Opuntia*

GRISE, M. M.; PELISSARI, A.; FERNANDES, A. C.; VALERIO, S. Desenvolvimento radicular em pastagem de aveia preta (*Avena strigosa* schreb) mais azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) em resposta ao pastejo. In: 41ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004, Campo Grande-MS. Anais... CD-ROM, Campo Grande-MS, 2004.

HERNÁNDEZ-URBIOLA, M. I.; CONTRERAS-PADILLA, M.; PÉREZTORRERO, E.; HERNÁNDEZ-QUEVEDO, G.; ROJAS-MOLINA, J. I.; CORTES, M. E.; RODRIGUEZ-GARCÍA, M. E.; Study of nutritional composition of nopal (*Opuntia ficus indica* cv. Redonda) at different maturity stages. *The Open Nutrition Journal*, v. 4, p. 11-16, 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Semiárido - Cadastro de Municípios localizados na Região Semiárida do Brasil. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/semiario.shtm?c=4>>. Acessado em: 12 de outubro de 2018.

INÁCIO, J. G.et al. Nutritional and performance viability of cactus *Opuntia*-based diets with different concentrate levels for Girolando lactating dairy cows. *Asian. Australas. Journal Animal Science*, v.33, p.35–43, 2020.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; TABARELI, M.; LACHER Jr. Mudando o curso da conservação

LIMA, V. L. de M.; SIMÕES, D. A. Usos medicinais da palma (*Opuntia* sp). In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Ed.). A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005. p. 223-237.

LIRA, M. de A.; SANTOS, M. V. F. dos.; DIAS, F. M.; FERRAZ, A. P. F.; SILVA, M. C.; CUNHA, M. V. da.; MELLO, A. C. L. de.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SANTOS, D. C. dos.; FREITAS, E. V.; ARRUDA, D. M. P. de. Palma Forrageira: Cultivo e uso. Caderno do Semiárido Riquezas e oportunidade, Caderno 7. 2016. Conselho Regional de

Engenharia e Agronomia- PE.

LOBÃO, J. S. B., FRANCA ROCHA, W. J. S., FREITAS, N. B. Semi-Árido da Bahia, Limites Físico ou Sócio-Político? Uma Abordagem Geotecnológica para a Delimitação Oficial. Anais. II SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO Aracaju/SE, 2004. Disponível em:

<<http://www.cpatc.embrapa>

LOPES, E. B.; ALBUQUERQUE, I. C. de.; BRITO, C. H. de.; BATISTA, J. de L.; Efeito do período de cura de Cladódios da Palma Gigante na emissão de raízes em Neossolo no Município de Lagoa Seca, Paraíba, Brasil. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 1, p. 231-239, jan/abr 2009.

LOPES, E. B.; BRITO, C. H. de.; ALBUQUERQUE, I. C. de.; BATISTA, J. de L. Seleção de genótipo de palma forrageira (*Opuntia spp*) e (*Nopalea spp*) resistentes à cochonilha do Carmim (*Dactylopius opuntiae cockerele*, 1929) na Paraíba, Brasil. Engenharia Ambiental, V. 7, n. 1, p. 204-2015, 2010.

NASCIMENTO, F. A. L. D., SILVA, A. J. P. D., CAMPOS, A. R. F. Soil water storage variability in a three-dimensional analysis in the root zone of irrigated melon. Bragantia, v. 78, p. 587-595, 2019.

NASCIMENTO, F. A. L., DA SILVA, A. J. P., DE FREITAS, F. T. O., VAIMROBER JUNIOR, L. A. D. A. V. Sensor placement in 2D/3D wetting patterns from drip irrigation for quantification of evapotranspiration. Computers and Electronics in Agriculture, v. 188, p. 106356, 2021.

NOBEL, P. S. Cacti: Biology and Uses. University of California Press, 2002.

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.

OLIVEIRA, F. T.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C.; ARAÚJO, A. M. de.; HAFLE, O. M.; PEREIRA JUNIOR, E. B. Densidade radicular da palma forrageira em diferentes espaçamentos. Revista de Agroecologia no Semiárido (RAS) - (Sousa - PB), ISSN- 2595-0045, v. 2, n.1, p.19-30, jan - jun, 2018.

PEREIRA, P. de C. et al. Morfogênese da palma forrageira irrigada por gotejamento. Revista Caatinga, Mossoró, v. 28, n. 3, p. 184-195, 2015. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/2371/237141066021/>>. Acessado em: 15 de outubro de

2018.

QUEIRÓZ, Manuel Abílio de. Semiárido brasileiro: uma análise das potencialidades e das competências para seu desenvolvimento. *Parcerias Estratégicas*. Brasília/DF, v.14, n.29, p.129-144, jul./dez. 2009. Disponível em: <[http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/view/353](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/353)>. Acessado em: 13 de outubro de 2018.

RAO, K. V. M.; RAGHAVENDRA, A. S.; REDDY, K. J. (Ed.). *Physiology and Referências Bibliográficas*

RIBEIRO, K. A. et al. Desenvolvimento Territorial e a Cadeia Produtiva da Caprinovinocultura no Semiárido Baiano: o caso do município de Juazeiro-BA. *Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos*. Goiânia. v. 4. n. 1, p. 144-179, jan./jun, 2018.

SAMPAIO, E. V. S. B. Fisiologia da palma. In: Menezes, R. S. C.; Simões, A. S. (Ed.). *A palma no nordeste do Brasil: conhecimento e perspectiva*. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. p. 43-55

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. 48p. (IPA. Documentos, 30).

SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIRA, M. A.; LIMA, L. E. Evaluation of forage cactus pear varieties in the semi-arid region of Pernambuco, Brazil. *Acta Horticulturae*, 2006.

SANTOS, D.C; SILVA, M.C.; ALVES, F.A.L.; FREITAS, E.V. Botânica e Cultivares. In: palma Forrageira do plantio à colheita. Editores: Donato, S.L.R.; Borém, A.; Rodrigues, M. G. V. 276 p. Belo Horizonte: EPAMIG, 2020.

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

SILVA, A. P. G. et al. Características Físicas, Químicas e Bromatológicas de Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica*) e Miúda (*Nopalea cochenillifera*) Oriundas do Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, Ponta Grossa, v. 9, n. 2, p.1810-1820, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/1616>>. Acessado em: 15 de outubro de 2018.

SILVA, L. M., FAGUNDES, J. L., VIEGAS P. A. A.; MUNIZ, E. N.; 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*, Santa Maria, 90 v.44, n.11, p.2064-2071, nov, 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782014001102064&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782014001102064&lng=pt&tlng=pt)>. Acessado em 13 de outubro de 2018.

SILVA, R. M. A. Entre dois paradigmas: combate à seca e convivência com o Semiárido. *Sociedade e Estado*, Brasília, DF, v. 18, n. 1/2, p. 361-385, jan./dez. 2003. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-69922003000100017&script=sci\\_arttext&tlng=es](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-69922003000100017&script=sci_arttext&tlng=es)>. Acessado em: 13 de outubro de 2018.

SILVA, T. G. F. et al. 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.

SOUZA et al. Produtividade e concentração de nutrientes na palma miúda sob diferentes adubações e densidades de plantio. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v. 12, n.4, p. 555-560, 2017.

SOUZA, E.A.M., SOUZA, P.C. VILAS BOAS. A. M. Avaliação do desempenho de sistemas de irrigação por aspersão convencional fixo e gotejamento em vila rural. *Irriga*. Botucatu, 2008. Disponível em: <<http://200.145.140.50/index.php/irriga/article/view/3344>>. Acessado em 15 de outubro de 2018.

TESTZLAF, R. Irrigação: métodos, sistemas e aplicações. Campinas, FEAGRI- Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, 2011. 203p. Disponível em: <[http://www.feis.unesp.br/irrigacao/pdf/testezlaf\\_irrigacao\\_metodos\\_sistemas\\_aplicacoes\\_2017.pdf](http://www.feis.unesp.br/irrigacao/pdf/testezlaf_irrigacao_metodos_sistemas_aplicacoes_2017.pdf)>. Acessado em 15 de outubro de 2018.

VALDEZ, C. A. F. Produção e comercialização de brotos de palma. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Ed.). *A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso*. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005. p. 199-212.

VASCONCELOS, A. G. V.; LIRA, M. A.; CAVALCANTI, V. L. B. et al. Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim (*Dactylopius* sp). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.5, p.827-831, 2009.