

ROBERTO HENRIQUE DIAS DA SILVA

**CRESCIMENTO DE PALMA FORRAGEIRA IRRIGADA COM
ÁGUA SALINA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2018

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

S586c Silva, Roberto Henrique Dias, 1966-
Crescimento de palma forrageira irrigada com água 2017
salina / Roberto Henrique Dias Silva. - Viçosa, MG.
2017.

viii. 56 f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Rogério de Paula Lana.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Pastagens. 2. Forragem. 3. Cactos - Crescimento.
4. *Opuntia*. 5. Clima. 6. *Noplaea*. Semiárido, Região do.
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.
II. Título.

CDD 22. ed. 633.2

ROBERTO HENRIQUE DIAS DA SILVA

**CRESCIMENTO DE PALMA FORRAGEIRA IRRIGADA COM
ÁGUA SALINA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 13 de dezembro de 2017.



Erlens Éder Silva



Francisco Gauberto Barros dos Santos



Karina Guimarães Ribeiro



Dilermando Miranda da Fonseca



Rogério de Paula Lana
(Orientador)

*Eu sou o caminho a verdade e a vida
Ninguém vai ao pai se não através de mim.*

Jesus de Nazaré

*O senhor é o meu pastor.
E nada me faltará.
Poís, bem-aventurados aqueles que creem em mim
E nunca me viram.*

Jesus de Nazaré

*Somos todos peregrinos, porque realizamos uma
grande caminhada.
Precisamos de um guia para nos conduzir neste
caminho a fim de que não venhamos a nos perder.
Precisamos ter fé neste guia para podermos acreditar
na sua sabedoria.
Precisamos aprender com o guia para podermos
caminhar sozinho.
A luz, a fé e o conhecimento são a base de uma
grande conquista espiritual ou científica.*

Roberto Dias da Silva

DEDICATÓRIA

A Deus, por me proporcionar a vida e a capacidade de aprender e compreender os desígnios da vida para alcançar a minha evolução intelectual e espiritual.

À Jesus Cristo de Nazaré, por ser o meu grande mestre nesta jornada de aquisição de conhecimentos científicos e espirituais para a evolução do meu espírito.

Ao amigo Sentimento e aos espíritos de Luz, por sempre me apoiarem e me encherem de forças positivas e inspirações para enfrentar e superar todos os obstáculos.

A minha esposa, Elayne Cardoso de Vasconcelos e, aos meus filhos, Thiago Henrique Cardoso Dias da Silva e Breno Jones Agrelli Dias da Silva, pelo apoio moral e espiritual, além dos amigos João Paulo de Holanda Neto e família.

Ao meu pai, Antônio Carlos Dias da Silva, e aos meus irmãos, Alexandre Augusto dias da Silva, Andrea Cristina Dias da Silva e Mariana Carla Dias da Silva, por sempre terem acreditado e me apoiado nessa caminhada para o crescimento moral e intelectual.

A minha mãe, Terezinha Oliveira Dias da Silva (*in memoriam*), por sempre ter acreditado e me apoiado nessa caminhada para o crescimento moral e intelectual.

Ao Sr. Wilson Rui Dias da Silva (*in memoriam*), meu querido tio e amigo, por sempre ter me ajudado nos estudos e acreditado no meu trabalho.

Ao prof. Murilo Rego (*in memoriam*), por ter me dado a oportunidade de conhecer e estudar o mundo maravilhoso das abelhas.

Ao primo e amigo, Paulo André Dias da Silva Neto, por sempre ter me apoiado e contribuído para meu crescimento moral e intelectual.

Ao meu orientador, o professor Rogério de Paula Lana, por acreditar e me apoiar no meu trabalho

A todos os professores do DINTER, que participaram de forma direta, lecionando as aulas e avaliando a todos os estudantes no IFCE Crato. Aos doutores, prof^ª Karina Guimarães Ribeiro, prof. Dilermando Miranda da Fonseca, prof. Erllens Éder Silva, prof. Francisco Galberto Barros dos Santos, prof^ª Luciana Navajas Rennó e prof^ª Cristina Mattos Veloso, pela aceitação em participar como membros das bancas de Qualificação e Tese.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), em especial ao Departamento de Zootecnia (DZO), pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Instituto Federal do Ceará (IFCE), pelo apoio para realização deste DINTER UFV/IFCE.

Ao Instituto Federal do Ceará, *Campus Crato*, pelo apoio para realização deste curso e apoio na estadia e realização do curso no *Campus Crato*.

Ao meu orientador, prof. Dr. Rogério de Paula Lana, pela oportunidade, pelo apoio e pela orientação.

Aos doutores, prof^ª Karina Guimarães Ribeiro, prof. Dilermando Miranda da Fonseca, prof. Erlens Éder Silva, prof. Francisco Galberto Barros dos Santos, prof^ª Luciana Navajas Rennó e prof^ª Cristina Mattos Veloso, pela aceitação em participar como membros das bancas de Qualificação e Tese.

A todos os professores da UFV, que ministraram disciplinas e colaboraram para a realização e o fortalecimento do conhecimento e da qualidade do DINTER UFV/IFCE.

A todos os professores do IFCE, que coordenaram e colaboraram para a realização do DINTER UFV/IFCE e para o fortalecimento do conhecimento e da qualidade deste curso.

Aos funcionários da UEPE, Unidade de Ensino Pesquisa e Extensão do IFCE, *Campus Limoeiro do Norte*, em especial, ao Sr. Francisco Edson Alípio de Menezes e ao Sr. José Francisco Alves, pelo apoio e pela dedicação para a realização deste trabalho.

Às estudantes, Luma Rayane de Lima Nunes e Gêssica Thaís dos Santos Moura, pelo apoio e pela dedicação para a realização deste trabalho.

Aos funcionários do Laboratório de Solos do IFCE e ao engenheiro-agrônomo M.Sc. Natanael Santiago Pereira, Clarice da Silva Barros e Isiana de Almeida Rodrigues, pelo apoio e pela participação nas atividades técnicas para a realização deste trabalho.

Ao Instituto de Pesquisa Agrônomo de Pernambuco (IPA) e ao Pesquisador M.Sc. Djalma Cordeiro dos Santos, pela doação das palmas ao IFCE, o que contribuiu para a construção desta pesquisa.

BIOGRAFIA

ROBERTO HENRIQUE DIAS DA SILVA, filho de Antônio Carlos Dias da Silva e Terezinha Oliveira Dias da Silva, nasceu em Recife, Pernambuco, em 31 de março de 1966.

Em 1982, ingressou na Escola Agrotécnica Federal de Belo Jardim, onde, em 1984, concluiu o curso de Técnico em Agropecuária.

Em 1985, ingressou na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), onde, em 1990, obteve o título de Zootecnista.

Em março de 1998, ingressou no Programa de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal do Ceará (UFC), concentrando seus estudos na área de Produção Animal – Apicultura, defendendo dissertação em 2001.

Em 2001, ingressou na Universidade Estadual do Ceará (UECE), onde iniciou o curso de graduação em Licenciatura Plena em Biologia, concluindo-o em 2002.

Em 2008, ingressou no Instituto Centro de Ensino Tecnológico do Ceará (CENTEC), onde iniciou o curso de Especialização em Fitossanidade, concluindo-o em 2010.

Em 2009, assumiu o cargo de Professor de Ensino Básico Técnico e Tecnológico no Instituto Federal do Ceará (IFCE), onde atualmente é professor nas áreas de Forragicultura, Bovinocultura, Apicultura e Meliponicultura.

Em abril de 2013, iniciou o Doutorado em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa, MG, na área de Forragicultura, submetendo-se a defesa de tese em 13 de dezembro de 2017.

SUMÁRIO

| | Página |
|---|---------------|
| RESUMO | vii |
| ABSTRACT | viii |
| 1 INTRODUÇÃO GERAL | 1 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 4 |
| 2.1 Origem e caracterização da palma | 4 |
| 2.2 A Influência da irrigação e da qualidade da água | 6 |
| 2.3 Potencial produtivo e nutricional | 8 |
| 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 12 |
| Crescimento de palma forrageira irrigada dos 14 aos 112 dias..... | 15 |
| Resumo: | 15 |
| Irrigated forage palm growth from 14 to 112 days | 16 |
| Abstract: | 16 |
| 1 Introdução | 17 |
| 2 Material e métodos..... | 19 |
| 3 Resultados e discussão | 28 |
| 4 Conclusões | 30 |
| 5 Agradecimentos | 31 |
| 6 Referências | 31 |
| Avaliação da palma forrageira aos 112 dias em função da variedade, frequência de irrigação e salinidade | 34 |
| Resumo..... | 34 |
| Evaluation of forage palm at 112 days as a function of variety, frequency of irrigation and salinity..... | 35 |
| Abstract | 35 |
| 1 Introdução | 36 |
| 2 Material e métodos..... | 40 |
| 3 Resultados e discussão | 46 |
| 4 Conclusões | 51 |
| Agradecimentos | 51 |
| Referências..... | 51 |
| 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 56 |

RESUMO

SILVA Roberto Henrique Dias, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2017. **Crescimento da palma forrageira irrigada com água salina.** Orientador: Rogério de Paula Lana.

O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar o impacto do estresse salino e a frequência de irrigação sobre a fisiologia do crescimento em dois gêneros de palma forrageira cultivadas em região de semiárido. O experimento foi realizado na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE) do IFCE, localizada na Chapada do Apodi, em Limoeiro do Norte, CE, onde a UEPE encontra-se em área de relevo plano, nas coordenadas de 05°10' 53" S e 38°00'43" W e altitude de 146 m. O período experimental foi de julho a novembro de 2016, com uma duração de 112 dias, onde todo cultivo foi realizado a céu aberto. Foram utilizados dois gêneros de palma, sendo uma do gênero *Opuntia* variedade Orelha-de-elefante Mexicana e outra do gênero *Nopalea* variedade IPA Sertânia. O experimento foi conduzido com cinco níveis de salinidade (S), em que a S1 é o controle (água do canal de irrigação, com condutividade elétrica (C.E.) média em torno de 0,58 dS m⁻¹) e mais quatro níveis de salinidade (S2, S3, S4 e S5, respectivamente, com condutividade média em torno de 1,67, 2,69, 3,77 e 4,78 dS m⁻¹) e ainda três frequências de irrigação: frequência 1 = plantas cultivadas com aplicação de uma irrigação por semana de 500 mL planta⁻¹; frequência 2 = plantas cultivadas com aplicação de duas irrigações por semana de 500 mL planta⁻¹; e frequência 3 = plantas cultivadas com aplicação de três irrigações por semana de 500 mL planta⁻¹ em dias alternados. O delineamento utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado (DIC), em fatorial 2 × 5 × 3 (duas variedades de palma x cinco salinidades x três frequências de irrigação), totalizando 30 tratamentos, com quatro repetições e, assim, obtendo-se 120 unidades amostrais. Ao final, pode-se concluir que é viável utilizar água salinizada com C.E. de até 4,78 dS m⁻¹ e com irrigação uma vez por semana na produção de palma forrageiras dos gêneros *Opuntia* e *Nopalea*, e ainda, que o cultivo de palma com água salinizada até 4,78 dS m⁻¹ para manutenção da cultura no período seco é uma opção viável, onde este recurso pode garantir a sobrevivência do cultivo no período escassez hídrica nas condições do semiárido brasileiro.

ABSTRACT

SILVA Roberto Henrique Dias, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December 2017. **Evaluation of growth of forage cactus under the influence of saline water.** Advisor: Rogério de Paula Lana.

The experiment was conducted with the objective of assessing the impact of salt stress and the frequency of irrigation on the physiology of growth in two genera of forage cactus grown in the semiarid. The experiment was carried out at the Teaching, Research and Extension (UEPE) of IFCE located in Chapada do Apodi in Limoeiro do Norte - CE, where the UEPE lies in an area of relief plan, at 05°10' 53' S and 38°00'43" W and altitude of 146 m. The experimental period was from July to November 2016 with a duration of 112 days, where all cultivation was carried out in the open. We used two genera of palm one of the genus *Opuntia* variety Ear Mexican Elephant and another of the genus *Nopalea* variety Ipa Sertânia. The experiment was conducted with 05 levels of salinity (S), where S1 was the control (water from the irrigation canal, with electrical conductivity (C.E.) average around 0.58 dS m⁻¹) and four other levels of salinity (S2, S3, S4 and S5 respectively with average conductivity around 1.67, 2.69, 3.77 and 4.78 dS m⁻¹) and even three flights of irrigation: frequency 1 - cultivated plants with implementation of an irrigation per week to 500 mL plant⁻¹, frequency 2 - plants grown with application of two irrigations per week to 500 mL plant⁻¹ and frequency 3 - plants grown with application of three irrigations per week to 500 mL plant⁻¹ on alternate days. The experimental design was the RCI - completely randomized experimental design in factorial 2 × 5 × 3 (2 varieties of palm x 5 salinity x 3 frequencies of irrigation) totaling 30 treatments with 04 replications and thus obtaining 120 sample units. In the end, it can be concluded that it is feasible to use water salinized with C.E. up to 4.78 dS m⁻¹ and with irrigation once a week in the production of palm seed of genera *Opuntia* and *Nopalea*, and furthermore, that the cultivation of palm with water salinized to 4.78 dS m⁻¹ for maintenance of culture during the dry period is a viable option, where this feature can ensure the survival of the cultivation in the period of water scarcity under conditions of the Brazilian semi-arid regions.+

1 INTRODUÇÃO GERAL

O semiárido do Brasil possui 969.589,4 km², o que representa 11,3% do território brasileiro, com uma população 25 milhões de habitantes, onde grande parte de suas atividades geradoras de renda para a população estão ligadas ao setor primário (ARAÚJO, 2011).

Brasil (2017) cita que a região semiárida esta delimitada com base na isoeta de 800 mm, no índice de aridez Thorntwaite de 1941 (municípios com índice de até 0,50) e no risco de seca (superior a 60%). O maior desafio para esta região é desenvolver um sistema de produção agrícola economicamente viável, competitivo e ambientalmente sustentável utilizando os recursos naturais disponíveis. Esta região possui um ambiente com muitas condições adversas para a produção animal e vegetal, como: solos rasos e pedregosos, baixa precipitação pluvial e irregular, temperaturas altas entre outros.

Diante destas características se faz necessária à utilização de espécies vegetais e animais adaptados às condições edafoclimáticas para esta região, onde se busque o desenvolvimento sustentável e economicamente viável para as atividades agropecuárias presentes neste bioma.

No Brasil, a palma forrageira do gênero *Opuntia* representa importante fonte de forragem, em que nos últimos anos esta forrageira, adaptada às condições ambientais do semiárido, voltou a ser cultivada em larga escala pelos criadores das bacias leiteiras, principalmente de Pernambuco e Alagoas (SANTOS et al., 2006).

O Brasil é o país que apresenta a maior área de cultivo da palma forrageira do mundo, com área estimada em torno 600 mil hectares, com predomínio da espécie *Opuntia ficus-indica* (SILVA, 2012). O cultivo desta forrageira se concentra principalmente na região semiárida brasileira, que apresenta condições semelhantes às de origem da palma.

Existem várias pesquisas e vários trabalhos de extensão para estimular o cultivo intercalado de *Opuntia* sp. e outras plantas forrageiras, como: milho, sorgo e leguminosas, com o propósito de obter um padrão alimentar mais balanceado para os animais. Os frutos da palma são considerados de menor importância no Brasil, apesar de serem exportados para a Europa nos meses de março e abril, a partir de plantações existentes no Sudeste desse país. Recentemente, tem havido um intenso intercâmbio de informações e

de material genético com outros países produtores, como México e Itália (BARBERA, 2001).

Padilha Junior et al. (2016) citam que os sistemas de cultivo para produção de palma forrageira podem ser influenciados por diversos fatores, como: condições climáticas, qualidade do solo, tamanho da propriedade, oferta de mão de obra, assistência técnica, possibilidade de mecanização, custos de aquisição de insumos, disponibilidade de adubo orgânico, níveis e fontes dos adubos, pragas e doenças, cultivo consorciado ou solteiro e espaçamento utilizado, dentre outros, inclusive a utilização de irrigação ou não, pois esta atua diretamente no desenvolvimento e crescimento da planta.

A pouca disponibilidade de água e a irregularidade da precipitação pluvial nesta região é limitante para o desenvolvimento de uma pecuária competitiva e viável economicamente, mas, apesar da baixa precipitação existe água subterrânea de baixa qualidade que não é adequada para irrigação em virtude da alta concentração de sais.

A utilização desta água de forma racional e controlada em culturas adaptadas pode ser uma alternativa viável para o semiárido, pois existem registros de que é possível, com o uso desta água de baixa qualidade para irrigação, produzir grande quantidade de biomassa vegetal de qualidade, proporcionando, assim, uma maior oferta de alimento no período de escassez, principalmente para os ruminantes adaptados a esta região.

A palma forrageira apresenta excelentes adaptações ao clima semiárido, sendo cada órgão da planta, como raízes, folhas, acúleos, flor e fruto adaptados com extrema eficiência no aproveitamento da água (BORBA et al., 2008). Segundo Santos et al. (2006), essa adaptação às regiões secas deve-se necessariamente ao mecanismo fotossintético CAM, caracterizado pelo fechamento estomático durante o dia, que resulta em economia de água. Esta planta é uma forrageira que atua como uma fonte alimentar estratégica para nutrição de ruminantes e outras espécies animais existentes na caatinga, como pássaros, roedores, insetos e outros, pois em virtude do seu elevado valor nutricional (energético e hídrico) pode suprir as suas necessidades, principalmente no período de escassez alimentar e hídrica e, ainda, possui uma alta eficiência de uso da água nas condições ambientais de restrição hídrica neste bioma.

Oliveira et al. (2010) afirmam que o estresse hídrico influi na fisiologia do palmar, onde em condições de seca intensa (sem irrigação) há ocorrência na diminuição do teor de clorofila nas raquetes com seis meses de idade. Para Medeiros et al. (2004), a palma apresenta elevada produtividade quando submetida a bons tratos culturais, com boa reserva de água.

Apesar de a água ser um recurso de fundamental importância para o desenvolvimento e crescimento da palma, o fornecimento de nutrientes também atua como um fator limitante no desenvolvimento da cultura, pois a escassez de água, como a falta de nutrientes pode comprometer também a sanidade da planta, além do seu crescimento. Leite (2009) cita que a palma forrageira apresenta elevado potencial de produção de fitomassa; entretanto, a extração de nutrientes do solo pela cultura é alta. Assim, sem um programa de adubação, a sustentabilidade dos sistemas de produção de palma diminuiria ao longo do tempo, em virtude, principalmente, da redução na fertilidade dos solos.

Diante do exposto, este trabalho buscou estudar e compreender a influência da água salina utilizada no período seco para irrigação da palma forrageira e o fortalecimento da agricultura bioassalada, onde busca gerar conhecimento tecnológico viável para utilização das águas de poços com água salinizada, como uma alternativa para o produtor manter vivas as plantas de palma forrageira cultivadas em áreas do semiárido no período escassez hídrica, principalmente no período seco.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Origem e caracterização da palma

As regiões que apresentam condições semiáridas são caracterizadas pela baixa precipitação, com chuvas irregulares e altas temperaturas, o que afeta diretamente a disponibilidade de alimentos para a produção animal. O cultivo de espécies forrageiras que melhor se adaptam a estas condições é essencial para evitar perdas produtivas e financeiras em sistemas de produção de ruminantes e, neste sentido, a palma forrageira *Opuntia ficus-indica* aparece como importante opção como fonte de alimentos (MARQUES et al., 2017).

A palma forrageira cultivada no Brasil é uma planta de origem mexicana; entretanto encontra-se dispersa em todos os continentes, exceto nas regiões polares (MARQUES et al., 2017). É uma planta xerófila, adaptada às condições de semiárido brasileiro, onde os gêneros *Opuntia* e *Nopalea*, com suas espécies, estão presentes na maioria dos seus cultivos (OLIVEIRA et al., 2011). Esta planta possui uma fisiologia caracterizada pelo processo fotossintético denominado Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM), em que este metabolismo gera uma eficiência metabólica para planta, principalmente no uso da água para produção de massa seca. Fisher e Tuner (1978) citam que as plantas classificadas como CAM têm uma eficiência no uso de água de até 11 vezes às das plantas de metabolismo C₃. Estes autores afirmam que a eficiência do uso de água é de 617 kg de água kg⁻¹ de massa seca nas plantas C₃, 300 kg de água kg⁻¹ de massa seca nas plantas C₄ e 50 kg de água kg⁻¹ de massa seca nas as plantas que têm metabolismo fisiológico CAM.

Esta característica de eficiência do uso da água pela palma forrageira em relação a outros vegetais possibilita aos criadores de animais que desenvolvam suas atividades em regiões com baixa precipitação e com distribuição irregular das chuvas a possibilidade de desenvolver uma pecuária racional e economicamente viável, com geração de ocupação e renda. O uso de tecnologias de convivência com o semiárido pode evitar o êxodo rural e contribuir para uma melhoria da qualidade de vida dos animais, do homem e do uso racional dos recursos ambientais.

Esta planta possui grande capacidade para produção de fitomassa nas condições climáticas de regiões semiáridas, sendo rica em água, carboidratos não fibrosos (CNF), cinzas e com nutrientes digestíveis totais (NDT) em torno de 63% (da matéria seca), alta

resistência à seca, eficiência de uso da água, porém apresenta baixo teor de fibra (FDN, fibra insolúvel em detergente neutro) e proteína (FERREIRA, 2005).

A *O. ficus-indica* e outras variedades ou espécies de palma podem ter alta produtividade anual, o que indica a possibilidade de aumento em sua utilização no futuro. As respostas de sua capacidade de fixação do CO₂ atmosférico em relação aos fatores, como umidade do solo, temperatura do ar e níveis de luz são conhecidas, de maneira que sua produtividade pode ser prevista para vários ambientes. Entretanto, dois fatores merecem atenção e que podem afetar a sua produtividade, como a tolerância à salinidade e às baixas temperaturas, o que pode limitar o seu cultivo em regiões com estas condições.

A relação entre a capacidade de fixação do CO₂ atmosférico e a perda diária de água é conhecida como eficiência do uso da água, que é uma medida da quantidade de água para produzir produtos fotossintéticos e, portanto, biomassa vegetal. Assim, a forma de conservação da água pelo intercâmbio gasoso da *O. ficus-indica* mais o uso da água armazenada nos caules suculentos permitem não somente a abertura noturna de seus estômatos, mas, também, que a capacidade de fixação do CO₂ atmosférico prossiga por um tempo maior durante condições de seca, em comparação com as plantas C₃ e C₄, que têm apenas abertura dos estômatos durante a dia e têm folhas finas e não suculentas (NOBEL, 1995).

A captação atmosférica diária máxima do CO₂ pela palma ocorre quando a temperatura do ar dia/noite é de 25 a 15 °C, com umidade relativa do ar acima de 40%, pois, a produtividade depende da captação atmosférica diária do CO₂ e é um indicativo dos efeitos integrados do ambiente sobre o crescimento. Os fatores ambientais individuais que afetam a captação atmosférica do CO₂ da *O. ficus-indica* interagem multiplicativamente para determinar essa captação (NOBEL, 1995).

Estas características conferem à palma forrageira grande potencialidade de produção em regiões semiáridas do Brasil, proporcionando ao produtor uma expectativa viável de produção nestas regiões. Com a técnica de cultivo adequada o produtor pode otimizar o uso da terra racionalizando este recurso e evitando desmatamento desnecessário dos recursos vegetais existentes na propriedade.

2.2 A Influência da irrigação e da qualidade da água

O uso da irrigação para otimizar o crescimento e a sobrevivência da planta é um recurso de grande importância que pode e deve ser utilizado pelos agricultores, principalmente nos períodos de escassez hídrica. Entretanto, o uso de água salinizada deve ser feito de forma racional e controlada, pois a falta de conhecimento no uso desse recurso pode levar à total perda da cultura, além de inviabilizar o uso do solo para outras culturas ou até mesmo acelerar um processo de desertificação.

Para Nobel (1995), a salinidade do solo com 100 ppm inibe a captação atmosférica de CO₂ e o crescimento das *Opuntias* em 30%. Esses níveis geralmente são ultrapassados em solos irrigados, bem como sob condições naturais, quando as altas temperaturas provocam altas taxas de evaporação e, conseqüentemente, acúmulo de sais na superfície do solo, aumentando o potencial osmótico e inviabilizando o desenvolvimento das plantas. O autor ainda cita que a salinidade induz a abscisão de raízes laterais e a inibição da expansão celular na zona de alongamento, que começa a 2 mm do ápice das raízes. Além do mais, o Na quase não chega aos brotos de *O. ficus-indica*, onde as enzimas envolvidas na fixação do CO₂ parecem ser muito sensíveis à inibição com a salinidade, confirmando que o excesso de salinidade compromete o crescimento da planta.

Entretanto, o uso racional da irrigação fortalece e estimula a produção vegetal das *Opuntias* e que, segundo Lima et al. (2015), no cultivo irrigado de palma a quantidade de água utilizada na irrigação é mínima e torna difícil encontrar outra cultura que tenha a eficiência de uso de água próxima ao da palma e que não venha a competir por esse recurso já tão escasso na região semiárida do Brasil. Dessa forma, no caso da palma irrigada, não se recomenda a realização de consórcios a não ser no ano de estabelecimento do sistema, com culturas de ciclo curto durante o período chuvoso.

Lira et al. (2017) citam que ao se dispor de um sistema de irrigação, mesmo que a quantidade de água seja um tanto limitada, ou seja, em condições em que o suprimento hídrico através da irrigação não atinja os requerimentos da cultura, uma pequena quantidade de água pode promover respostas produtivas positivas na planta. Esse tipo de manejo, conhecido como irrigação deficitária, ou déficit de irrigação, pode ser utilizado em áreas com disponibilidade limitada de água para fins agrícolas, além de ser uma opção para o cultivo de palma nestas regiões, com a utilização mínima de água em sistema de gotejamento.

Nas pesquisas desenvolvidas pela EMPARN com a palma irrigada e adensada com densidades de 50 mil plantas por hectare obtiveram produtividades médias da ordem de 250 a 350 t matéria verde ha⁻¹, ou seja, de 5 a 7 kg de matéria verde por planta em cortes com frequência anual, onde a produção de matéria seca é variável e dependente da concentração de matéria seca na planta em função do período do ano. Como no período seco a umidade relativa é muito baixa mesmo com a irrigação, as palmas ainda apresentam alguma murcha e as concentrações de matéria seca aos 12 meses ficam próximas e em algumas ocasiões podem ultrapassar os 10% de MS normalmente encontrados nas plantas no período chuvoso (LIMA et al., 2015)

Donato (2012) recomenda que a irrigação só deva ser realizada quando a palma começar a apresentar sinais de desidratação, alcançando bons resultados, utilizando 5,0 litros de água por 1,0 metro linear, com intervalo de 15 dias. No entanto, Chaves et al. (2014) afirmam que uma irrigação de 1,0 litro de água planta⁻¹ semanalmente, aplicada de duas vezes, apresenta influência positiva tanto na emissão de brotos como no vingamento dos cladódios na palma forrageira Orelha-de-elefante.

O uso da irrigação promove e garante a sobrevivência do palmal, além de gerar uma reserva verde estratégica de água. Avaliando o potencial hídrico de um cultivo adensado de palma forrageira com produção de 400 t de matéria verde por hectare, onde esta forrageira pode apresentar um teor de água na palma em torno de 90%, então pode-se concluir que um hectare da cultura pode fornecer em torno de 360.000 litros de água ao rebanho bovino ou caprino no semiárido do Brasil (CÂNDIDO et al., 2013). Assim, essa forrageira além de alimento contribui com uma grande produção de matéria seca, da ordem de 10 a 100 t ha⁻¹, pode garantir uma grande reserva de água natural, da ordem de 9.000 kg a 90.000 kg de água ha⁻¹, para nutrição e hidratação dos rebanhos e espécies nativas de animais, como também contribui para evitar o desmatamento e diminuir o processo de desertificação no semiárido do Brasil.

Wanderley et al. (2009) observaram resposta positiva ao desenvolvimento e à produtividade em cultivo irrigado de palma forrageira, no período de seca na região do Sertão Central Cabugi, no Rio Grande do Norte. Resultados obtidos por Guerra et al. (2005), estudando variedades de palma, mostraram que em condições de déficit hídrico na maior parte do ano, as plantas perdem bastante água durante a noite, e esta não sendo compensada durante o dia, resultou no menor desenvolvimento da cultura.

2.3 Potencial produtivo e nutricional

Esta forrageira frequentemente representa a maior parte do alimento fornecido aos animais durante o período de estiagem nas regiões do semiárido nordestino, o que é justificado pelas seguintes qualidades: bastante rica em água, mucilagem e resíduo mineral; apresentam alto coeficiente de digestibilidade da matéria seca; e tem alta produtividade.

Bezerra et al. (2014) citam que a palma forrageira é considerada importante aliada na sustentabilidade e na redução da vulnerabilidade das atividades agropecuárias no semiárido brasileiro, pois a maioria dos cultivos da palma forrageira tem sido dispensada de atenção em manejos e tratos culturais básicos, ou seja, a palma forrageira nunca foi considerada como lavoura, o que compromete a sua longevidade.

Leite et al. (2014) em um estudo visando caracterizar os sistemas de produção de palma forrageira no Cariri do estado da Paraíba, verificaram que a idade média dos palmais giravam em torno de mais de 9 anos, pois encontraram propriedade com cultivo em sequeiro de palma com registro de 56 anos de implantação, produzindo forragem normalmente desde sua implantação, demonstrando a sua rusticidade e longevidade nas condições de semiárido do Cariri paraibano.

Portanto, um cultivo bem conduzido dentro das condições agronômicas e técnicas adequadas é possível produzir alimento de alto valor energético, pois esta planta possui em sua composição bromatológica, baixo teor de proteína e fibra insolúvel em detergente neutro e rica em carboidrato não fibroso, com valor superior às silagens de milho e sorgo. A palma pode ser fornecida aos bovinos desde fresca picada até sob pastejo. Entretanto, devido ao baixo teor de fibra, recomenda-se que seja associada a alimentos volumosos, principalmente para animais de alta produção. Ela é opção estratégica para a produção de alimentos para bovinos em áreas com escassez e irregularidade de chuvas, pois apresenta potencial para manter o desempenho animal no período seco do ano, desde que incluída de maneira correta e balanceada em dietas para bovinos (MARQUES et al., 2017).

Um palmal com plantas saudáveis e nutridas pode gerar aos agricultores uma capacidade estratégica de reserva alimentar e hídrica para seus rebanhos, pois com o uso estratégico da irrigação pode-se diminuir os efeitos negativos da deficiência hídrica que ocorre na região semiárida. Os agricultores têm buscado formas de otimizar e viabilizar a exploração da palma adotando técnicas de irrigação, mas também utilizando o consór-

cio com outras culturas para viabilizar econômica, nutricional e ecologicamente o seu cultivo. O consórcio com outras culturas ocorre normalmente no período chuvoso no início do plantio ou após a colheita para otimizar o uso da terra e proteger o solo, diminuindo a perda hídrica por meio de uma camada de restos culturais.

Para Santos et al. (2002), a utilização de culturas anuais consorciadas com a palma, como milho, sorgo, feijão, fava, jerimum, mandioca, etc., tem sido uma prática adotada pelos produtores com objetivo de viabilizar o cultivo em termos econômicos e de tratos culturais desta forrageira, onde recomenda-se fazer o consórcio apenas no ano do plantio da palma ou nos anos de colheita.

Lima et al. (2015) citam que os consórcios com a palma geralmente são implementados com uso de fileiras duplas, não esquecendo que na maioria das vezes os consórcios implicam em diminuição da produtividade da palma.

Gonzaga Neto e Rao (1997), estudando espaçamentos em palma forrageira, cultivar gigante, de 1,0 x 1,0 m; 2,0 x 1,0 m; 2,0 x 0,50 m; 2,0 x 0,67 m; e 3,0 x (1,0 m x 0,50 m), verificaram que houve diferença de produção de forragem entre os espaçamentos estudados. Esses autores observaram decréscimo na produção de palma de 24,31%, quando consorciada com feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* L.) e de 42,81%, quando consorciada com sorgo (*Sorghum bicolor* L.).

A palma forrageira apresenta um grande potencial forrageiro, contribuindo para suprir a oferta de alimento (matéria seca e água) aos animais no período de escassez, principalmente na estiagem, em virtude da sua rusticidade, do elevado potencial de produção de forragem, do alto valor nutritivo e da digestibilidade e da baixa necessidade de água para produção de matéria seca quando comparada com a vegetação nativa (LOPES et al., 2012).

Santos et al. (2006) citam que resultados experimentais mostraram que a palma se beneficia, em termos de produtividade e principalmente longevidade, quando não se faz uma redução drástica da superfície fotossintetizante, ou seja, a colheita de artigos. Assim, para cultivos onde se utilizam espaçamentos menores ou se adotam culturas consorciadas com feijão, sorgo, milho ou algodão, deve-se deixar todos os artigos primários, enquanto, para cultivo em filas duplas, devem-se deixar todos os artigos secundários.

Santos et al. (2006) citam que resultados preliminares obtidos no Instituto de Pesquisa de Pernambuco (IPA), em Caruaru e Arcoverde, PE, em cultivos de palma com população de 40 mil plantas ha⁻¹, estes apresentaram produção de 320 t ha⁻¹ MV

dois anos após o plantio, em cultivo com população de 20 mil plantas em espaçamento de 1,0 x 0,5 m, a produção foi de 240 t ha⁻¹ MV, e em cultivo com 5 mil em espaçamento de 2,0 x 1,0 m, a produção foi de 104 t ha⁻¹ MV, a cada dois anos. Em cultivo com fileiras duplas de 3,0 x 1,0 x 0,5 m, consorciada com sorgo, a produção de palma foi de 100 t ha⁻¹ MV. Além disso, nesse sistema foram obtidas produções de 1,3 e 2,1 t ha⁻¹ MS por ano de grãos e restolhos de sorgo, respectivamente.

Lira et al. (2017) afirmam que o plantio da palma em filas duplas, nos espaçamentos de 3,0 x 1,0 x 0,5 m ou 7,0 x 1,0 x 0,5 m, permite a consorciação com milho, feijão, algodão e outras culturas, diminuindo os custos com tratos culturais e promovendo maior produtividade da terra e economicidade das culturas.

Em colheitas anuais, com a cultivar miúda, sem consórcios com outras culturas, obteve-se produção média de 10,6 t ha⁻¹ MS por ano ou de 77,8 t ha⁻¹ ano com um percentual médio de 13,6% MS de produtividade, ou seja, 3,89 kg MV por planta. Esta produtividade foi obtida com uma adubação de 20 t de estrume de curral ha⁻¹ ano e com população de 20 mil plantas ha⁻¹. Esperam-se produções maiores nas colheitas subsequentes em virtude de maior número de artigos primários ou secundários distribuídos nas plantas (SANTOS et al., 1998).

Além da fonte de nutrientes, a palma fornece aos animais grande parte da água que estes necessitam para sua sobrevivência. Pesquisas têm demonstrado que na escassez hídrica a palma pode representar de 60 até 100% das necessidades hídricas dos animais. Lima et al. (2003) verificaram que a substituição do milho por palma forrageira cv. Gigante reduziu a ingestão de água por vacas mestiças leiteiras 5/8 Holando-Zebu. Mengistu et al. (2007) constataram que o aumento da escassez de água fez com que caprinos aumentassem o consumo de palma forrageira.

Cordova-Torres et al. (2017), avaliando o efeito da restrição total de água na dieta de ovinos alimentados com palma forrageira sobre o desempenho produtivo, concluíram que a restrição de água e a interação com os níveis de palma não teve influência no desempenho dos animais. O ganho de peso diário foi maior para os tratamentos com 30 e 50% de inclusão de palma, com ganhos de 174 e 155 g, respectivamente, comparado com a dieta-controle, que obteve ganho médio de 90 g. A palma forrageira pode ser utilizada eficientemente como suplemento alimentar e fonte única de água na dieta.

Lira et al. (2017) citam que a palma, depois de colhida, pode ser armazenada à sombra por um período de até 16 dias, sem perda significativa do valor nutritivo e comprometimento da produção de leite, o que pode representar redução dos custos com co-

lheita e transporte. A palma pode participar em até 60% da matéria seca da dieta de bovinos, caprinos e ovinos, porém deve ser fornecida misturada a fontes de fibra (fenos, silagens, palhada, bagaço de cana de açúcar e pasto) e proteína, pois ela apresenta proteína bruta abaixo de 7%, o que compromete a atividade de digestibilidade microbiana no rúmen.

A oportunidade do uso da água salinizada no período seco como uma fonte hídrica alternativa para suprir as necessidades das plantas cultivadas no semiárido pode ser a garantia da sobrevivência da cultura e de muitos animais que nele vivem. Esta técnica da agricultura bioassalada, usada no período seco por meio da irrigação em cultivo adensado da palma forrageira, é uma importante alternativa viável para garantir a sobrevivência do palmar e da geração de ocupação e renda para os produtores, além de ajudar no combate à desertificação, aumentando a disponibilidade de forragem para os animais e diminuindo a necessidade de desmatamento para produção de forragem.

Finalizando, a palma pode ainda ser utilizada na alimentação humana e, assim, garantir ao produtor um alimento de qualidade para sua família além de gerar ocupação e renda por meio do seu cultivo, contribuindo para diminuir o êxodo rural no semiárido do Brasil.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, S. M. S. A região semiárida do Nordeste do Brasil: Questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. **Revista Científica da FASETE**, v. 5, n. 5, p. 89-98, 2011.

BARBERA, G. História e importância econômica e agroecológica. In: Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO). **Agroecologia, cultivo e uso de palma forrageira**. 1995. p. 20-27. Tradução (SEBRAE/PB, 2001)

BEZERRA, B. G.; ARAÚJO, J. S.; PEREIRA, D. D. Zoneamento agroclimático da palma forrageira (*Opuntia* sp.) para o estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 7, p. 755-761, 2014.

BORBA, M. A. P.; SILVA, D. S.; ANDRADE, A. P. A palma no Nordeste e seu uso na alimentação animal. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL. **Anais...** Aracaju, Sergipe, 2008.

BRASIL. SUDENE. **Nota Técnica nº 05/2017/CGDS/DPLAN/SUDENE**, 18 de abril de 2017. Disponível em: <http://sudene.gov.br/images/2017/arquivos/Item_1.7.3_-_Nota_T%C3%A9cnica_n%C2%BA_05-2017-CGDS-DPLAN-SUDENE.pdf>. Acesso em: 04 abril 2018.

CÂNDIDO, M. J. D.; GOMES, G. M. F.; LOPES, M. N. et al. Cultivo de palma forrageira para mitigar a escassez de forragem em regiões semiáridas. Fortaleza: Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste (ETENE). Banco do Nordeste do Brasil. **Informe Rural**, v. 7, n. 3, 2013. 7 p.

CHAVES, V. R.; NUNES, L. R. L.; VASCONCELOS, E. C. et al. Efeito da frequência de irrigação no desenvolvimento fisiológico da palma forrageira orelha-de-elefante Mexicana, do gênero *opuntia*. In: CONGRESSO DE PESQUISA E EXTENSÃO DA REDE NORTE E NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 9., 2014. São Luís, MA. **Anais...** São Luís, MA, 2014.

CORDOVA-TORRES, A. V.; COSTA, R. G.; MEDEIROS, A. N. et al. Performance of sheep fed forage cactus with total water restriction. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v. 18, n. 2, p. 369-377, 2017.

DONATO, P. E. R. Técnicas de Plantio e Manejo de Espaçamentos em palma forrageira. In: BRITO, A. S. et al. **Dia de campo: Estratégias para cultivo da palma forrageira**. IFCE Baiano, Guanambi-Bahia, 2012. p. 18-28. Disponível em: https://palmaforrageira.files.wordpress.com/2012/05/dia_de_campo_palma_forrageira_if_baiano.pdf. Acessado em: 29 set. 2017.

FERREIRA, M. A. **Palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros**. Recife: UFRPE, 2005.

FISHER, R.A.; TUNER, N.C. Plant productivity in the arid and semiarid zones. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 29, p. 277-317, 1978.

GONZAGA NETO, S.; RAO, M. R. Espaçamento da palma forrageira em consórcio com sorgo granífero e feijão-de-corda no sertão de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 4, p. 645-650, 1997.

GUERRA, M. G.; MAIA, M. de O.; MEDEIROS, H. R. de; LIMA, G. F. da C.; AGUIAR, E. M. de; GARCIA, L. R. U. C. Produção de novos genótipos de palma forrageira no Estado do Rio Grande do Norte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2005. Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia, GO, 2005.

LEITE, M. L. M. V. **Avaliação de clones de palma forrageira submetidos a adubações e sistematização de informações em propriedades do semiárido paraibano**. 2009. 186 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB. 2009.

LEITE, M. L. M. V.; SILVA, D. S.; ANDRADE, A. P. et al. Caracterização da produção de palma forrageira no cariri paraibano. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 2, p. 192-200, 2014.

LIMA, R. M. B.; FERREIRA, M. A.; BRASIL, L. H. A. et al. Substituição do milho por palma forrageira: comportamento ingestivo de vacas mestiças em lactação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 25, n. 2, p. 347-353, 2003.

LIMA, G. F. C.; RÊGO, M. M. T.; AGUIAR, E. M. et al. Effect of different cutting intensities on morphological characteristics and productivity of irrigated Nopalea forage cactus. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON CACTUS PEAR AND COCHINEAL, 8., 2013. Palermo. **Resumos...** Palermo: ISHS Acta Horticulturae, v. 1067. p. 253-258, 2015.

LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DIAS, F. M. et al. **Palma forrageira: cultivo e usos**. Recife, CREA, 2017. 76 p. (Caderno Semiárido 7).

LOPES, E. B.; BRITO, C. H.; GUEDES, C. C. et al. **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido nordestino**. João Pessoa, PB: EMEPA-PB, 2012. 128 p.

MARQUES, O. F. C.; GOMES, L. S. P.; MOURTHÉ, M. H. F. et al. Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 75-93, 2017.

MEDEIROS, A. N.; SUASSUNA, A.; ARAÚJO, T. G. P. Enriquecimento proteico da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) por Processamento Biotecnológico – Desempenho de Ovinos Santa Inês. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2004, Campo Grande. **Anais**, Campo Grande: SBZ, 2004.

MENGISTU, U.; DAHLBORN, K.; OLSSON, K. Mechanisms of water economy in lactating Ethiopian Somali goats during repeated cycles of intermittent watering. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 1, n. 7, p. 1009-1017, 2007.

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

OLIVEIRA, F. T.; SOUTO, J. S.; SILVA, R. P. et al. Palma forrageira: adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiáridos. **Revista Verde**, v. 5, n. 4, p. 27-37, 2010.

OLIVEIRA, A. S. C.; CAVALCANTE FILHO, F. N.; RANGEL, A. H. N. et al. A palma forrageira: alternativa para o semiárido. **Revista Verde**, v. 6, n. 3, p. 49-58, 2011.

PADILHA JUNIOR, M. C.; DONATO, S. L. R.; SILVA, J. A. et al. Características morfológicas e rendimento da palma forrageira ‘Gigante’ sob diferentes adubações e configurações de plantio. **Revista Verde**, v. 11, n. 1, p. 67-72, 2016.

SANTOS, D. C.; SANTOS, M. V. F.; FARIAS, I. et al. Adensamento e frequência de cortes em cultivares de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 25., 1998, Botucatu, **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 512-514.

SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIRA, M.A. et al. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco**. Recife: IPA, 2002. 53 p. (IPA. Documento).

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

SILVA, J. A. **Palma forrageira cultivada sob diferentes espaçamentos e adubações química**. 2012. 78 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2012.

WANDERLEY, A. de M.; ALBUQUERQUE, A. V. F. da C.; ALBUQUERQUE, K. A. V.; SANTOS, L. P.; **Palma forrageira adensada e irrigada** – uma experiência no Sertão de Cabugi. Lajes, RN: SEBRAE, 2009. 9 p.

Crescimento de palma forrageira irrigada dos 14 aos 112 dias

Resumo: A palma forrageira é bem adaptada ao clima semiárido, mas alguns tratamentos culturais podem melhorar o seu desempenho. Objetivou-se avaliar as características agrônomicas da palma forrageira a cada 14 dias até os 112 dias de crescimento. Utilizaram-se os dados médios provenientes de um experimento em que os tratamentos consistiram dos dois gêneros de palma (*Opuntia* e *Nopalea*); cinco níveis de salinidade (água do canal ou controle = 0,58 dS m⁻¹ e 1,67, 2,69, 3,77 e 4,78 dS m⁻¹ de condutividade elétrica); e três frequências de irrigação (uma, duas ou três irrigações por semana de 500 mL.planta⁻¹). O delineamento foi inteiramente casualizado em fatorial 2 × 5 × 3, totalizando 30 tratamentos, com quatro repetições, perfazendo 120 unidades amostrais. As plantas foram cultivadas em jarros, com solos de mesmas características e em ambiente a céu aberto e no preenchimento dos vasos para o recebimento dos cladódios foi utilizado solo do local e esterco de curral bem curtido, na proporção de 4:1. As análises estatísticas aos 112 dias de cultivo da palma forrageira evidenciaram poucos efeitos de variedade, frequência de irrigação e salinidade, provavelmente em virtude do baixo número de brotos e cladódios, alta variabilidade dos dados e a aplicação dos testes F e Tukey, que são mais rigorosos para se obter efeito estatístico.

Palavras-chave: alimento volumoso, avaliação agrônômica, produção animal, semiárido.

Irrigated forage palm growth from 14 to 112 days

Abstract: The forage cactus is well adapted to the semiarid climate, but some cultural treatments can improve your performance. The objective of this study was to evaluate the agronomic characteristics of forage cactus every 14 days until the 112 days of growth. We used the average data from an experiment in which the treatments consisted of two genera of palma (*Opuntia* and *Nopalea*), five levels of salinity (water from the channel or control = 0.58 dS m⁻¹ and 1.67, 2.69, 3.77 and 4.78 dS m⁻¹ of electrical conductivity) and three flights of irrigation (one, two or three irrigations per week to 500 mL.plant⁻¹). The experiment was arranged in a completely randomized design in factorial 2x5x3 for a total of 30 treatments with four replications, totaling 120 sample units. The plants were grown in jars, with soils of similar characteristics and environment the open sky and the completion of the vessels for the receiving of Cladodes was used soil from the site and cattle manure and manure, in the ratio of 4:1. The statistical analyzes to 112 days of cultivation of forage cactus showed few effects of variety, frequency of irrigation and salinity, probably due to the low number of sprouts and cladodes, high variability of data and the application of the tests F and Tukey tests, which are more stringent for obtaining statistical effect.

Keywords: food roughage, agronomic evaluation, animal production, arid.

1 Introdução

O semiárido brasileiro representa 11,3% do território, onde grande parte de suas atividades geradoras de renda para a população estão ligadas ao setor primário (ARAÚJO, 2011). O maior desafio para esta região é desenvolver um sistema de produção agrícola economicamente viável, competitivo e ambientalmente sustentável, utilizando os recursos naturais disponíveis.

A produção de forragem é dependente de condições climáticas, como temperatura, luminosidade e disponibilidade hídrica, onde em períodos de estiagem a produção de forragem é reduzida, principalmente em virtude do déficit hídrico dos solos. A escolha de práticas de manejo que diminuam os problemas decorrentes da estacionalidade na produção de forragens deve ser coerente, de forma a garantir alimentos ao longo do ano, particularmente nas regiões áridas e semiáridas (REGO et al., 2014).

A palma forrageira cultivada no Brasil é a principal alternativa de alimento para região semiárida brasileira, pois é uma planta de origem mexicana com excelente adaptação às condições deste bioma. Esta planta encontra-se dispersa em todos os continentes, exceto nas regiões polares (MARQUES et al., 2017). É uma planta xerófila, adaptada as condições de semiárido brasileiro, onde os gêneros *Opuntia* e *Nopalea* com suas espécies estão presentes na maioria dos cultivos de palma forrageira (OLIVEIRA et al., 2011).

Padilha Junior et al. (2016) citam que os sistemas de cultivo para produção de palma forrageira podem ser influenciados por diversos fatores, como: condições climáticas, qualidade do solo, tamanho da propriedade, oferta de mão de obra, assistência técnica, possibilidade de mecanização, custos de aquisição de insumos, disponibilidade de adubo orgânico, níveis e fontes dos adubos, pragas e doenças, cultivo consorciado ou

solteiro e espaçamento utilizado, dentre outros, inclusive a utilização de irrigação ou não, pois esta atua diretamente no desenvolvimento e crescimento da planta.

A pouca disponibilidade de água e a irregularidade da precipitação pluvial nesta região é limitante para o desenvolvimento de uma pecuária competitiva e viável economicamente, mas apesar da baixa precipitação pluvial existe água subterrânea de baixa qualidade que não é adequada para irrigação em virtude da alta concentração de sais.

Entretanto, a utilização desta água de forma racional e controlada em culturas adaptadas pode ser alternativa viável para o semiárido, pois existem registros de que é possível com o uso desta água de baixa qualidade para irrigação produzir uma grande quantidade de biomassa vegetal de qualidade, proporcionando, assim, uma maior oferta de alimento no período de escassez, principalmente para os ruminantes adaptados a esta região.

Rego et al. (2014) citam que em vários municípios do Rio Grande do Norte que apresentam uma baixa umidade relativa e elevadas temperaturas, principalmente noturnas, alta evapotranspiração e déficit hídrico, as plantas murcham e podem morrer no período seco pela excessiva perda de água. Entretanto, um cultivo com um sistema de manejo com base na utilização mínima de água em sistema de irrigação por gotejamento é uma opção viável para o cultivo da palma nestas regiões.

Murilo-Amador et al. (2001) citam que a exploração agrícola em zonas áridas e semiáridas exigem dos produtores o uso de grandes quantidades de água para irrigação e os recursos de água doce não são suficientes para suprir as áreas de cultivos. Entretanto, o uso alternativo estratégico de água salina para irrigação é de grande importância, principalmente quando a água de qualidade não está disponível para esse uso e a substituição de culturas alternativas e resistentes a salinidade tem sido a principal estratégia para lidar com a salinidade.

Murilo-Amador et al. (2001) citam ainda que embora a cultivar *Opuntia* não tenha se mostrado adaptada à elevada salinidade, estudos adicionais sobre a tolerância de outras cultivares ou espécies são necessárias pesquisas em campo, em condições de seca, e sob o aumento da salinidade são de fundamental importância para identificar o manejo ideal para essas condições. A salinidade do solo ou da água podem afetar a fisiologia e reduzir a produtividade de espécies de importância agrícola em todas as regiões e as espécies que apresentam o Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM) também são influenciadas, uma vez que este metabolismo é uma adaptação à falta de água, mas não um mecanismo de eficiência para metabolizar o excesso de sais no solo ou na água.

As plantas que possuem uma fisiologia caracterizada pelo processo fotossintético CAM apresentam elevada eficiência metabólica, principalmente no uso da água para produção de matéria seca. Fisher e Tuner (1978) citam que as plantas classificadas como CAM têm eficiência no uso de água de até 11 vezes às das plantas de metabolismo C_3 . Afirmam também que a eficiência do uso de água é de 617 kg de água kg^{-1} de matéria seca para plantas C_3 , 300 kg de água kg^{-1} de matéria seca para plantas C_4 e 50 kg de água kg^{-1} de matéria seca para as plantas que têm metabolismo fisiológico CAM.

Para Pereira et al. (2015), a identificação de respostas das características morfológicas associadas aos sistemas de cultivo é uma ação importante para a elaboração de critérios para a seleção de clones de espécies que mais influenciam na sua produção.

Com este trabalho objetivou-se avaliar as características agronômicas da palma forrageira irrigada conduzida sob a influência de água salinizada a cada 14 dias até os 112 dias de crescimento.

2 Material e métodos

O experimento foi realizado na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE) do IFCE localizada na Chapada do Apodi em Limoeiro do Norte, CE. A UEPE encontra-se em área de relevo plano, nas coordenadas de 05°10' 53" S e 38°00'43" W e altitude de 146 m. Na região é comum a ocorrência de solos da classe dos Cambissolos, apresentando, geralmente, alta fertilidade natural (JACOMINE et al., 1973), sendo o solo do local classificado como Cambissolo Eutrófico latossólico (EMBRAPA, 2006).

O clima na região é quente e semiárido do tipo BSw'h'. A temperatura média anual é de 28,5 °C, com mínima de 22 °C e máxima de 35 °C. A precipitação média anual é 772 mm, registrando-se uma distribuição de chuvas muito irregular ao longo dos anos. A umidade relativa é de 62%, como média anual. Os ventos sopram a uma velocidade média de 7,5 m s⁻¹ e a evapotranspiração atinge a média anual de 3.215 mm. A região tem uma insolação de 3.030 horas ano⁻¹ (ADECE, 2017). Esta região é caracterizada por uma estação chuvosa, nos meses de janeiro a maio, sendo janeiro e abril os mais chuvosos, e outra, seca, de julho a dezembro.

O período experimental foi de julho a novembro de 2016 com uma duração de 112 dias, onde todo cultivo em vasos mantidos a céu aberto, onde foram observadas as seguintes condições ambientais em relação à temperatura e precipitação apresentados na Tabela 1.

Como pode ser observado, a temperatura média durante o período experimental apresentou-se em torno de 35,48 °C diurna e 21,65 °C noturna e uma umidade relativa diurna de 30,68% e noturna de 85,04%, em função da irrigação que ocorre a noite na região.

No experimento foram utilizadas plantas de dois gêneros de palma, uma do gênero *Opuntia* variedade Orelha-de-elefante Mexicana e outra do gênero *Nopalea* variedade IPA Sertânia, com cladódios destinados ao plantio que se apresentavam túrgidos, de cor verde escuro, aspecto vigoroso e que não tinham doenças. Após a seleção estes ficaram em local

sombreado para a cicatrização e passados cinco dias após a colheita foi realizado o plantio, onde cada cladódio foi enterrado em torno de 50% de sua área.

Tabela 1 – Dados climáticos registrados na UEPE de julho a novembro de 2016

| Mês | Temperatura Máxima (°C) | Temperatura Mínima (°C) | Umidade Máxima (%) | Umidade Mínima (%) | Vel. Ven. Méd. (m/s) | Rad. Glob. Tot. MJ/m² dia | PPT (mm) | ETo (mm) |
|--------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|---|-----------------|-----------------|
| 7 | 34,19 | 21,49 | 88,32 | 31,98 | 2,20 | 20,87 | 0,00 | 5,62 |
| 8 | 34,98 | 20,97 | 85,11 | 30,05 | 2,43 | 22,79 | 0,00 | 6,36 |
| 9 | 35,89 | 21,33 | 85,17 | 29,37 | 2,60 | 24,08 | 0,00 | 6,97 |
| 10 | 36,12 | 22,14 | 83,11 | 30,12 | 3,01 | 24,65 | 0,00 | 7,50 |
| 11 | 36,20 | 22,30 | 83,50 | 31,87 | 2,95 | 23,66 | 0,00 | 7,07 |
| Média | 35,48 | 21,65 | 85,04 | 30,68 | 2,64 | 23,21 | 0,00 | 6,70 |

Fonte: Estação Meteorológica da UEPE IFCE (2016). Vel. Ven. Méd. = Velocidade Vento Médio; Rad. Glob. Tot. = Radiação Global Total ; PPT = Precipitação; e ETo = Evapotranspiração de Referência.

O experimento foi conduzido com cinco níveis de salinidade, em que o controle foi a água do canal de irrigação, com condutividade elétrica (C.E.) média em torno de $0,58 \text{ dS m}^{-1}$ e mais quatro níveis de salinidade (condutividade média em torno de $1,67$, $2,69$, $3,77$ e $4,78 \text{ dS m}^{-1}$) e ainda três frequências de irrigação: frequência 1 = plantas cultivadas com aplicação de uma irrigação por semana de $500 \text{ mL.planta}^{-1}$; frequência 2 = plantas cultivadas com aplicação de duas irrigações por semana de $500 \text{ mL planta}^{-1}$ em dias alternados; e frequência 3 = plantas cultivadas com aplicação de três irrigações por semana de $500 \text{ mL planta}^{-1}$ em dias alternados. Os níveis de salinidade foram estabelecidos pela adição de NaCl à água de irrigação, proveniente do canal do Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi (DIJA). As soluções salinas após preparadas eram acondicionadas em bombonas plásticas com capacidade para 50 L. Os quantitativos de NaCl foram previamente definidos em laboratório por meio de curvas de CE (dS m^{-1}) x NaCl mg L^{-1} . Essas condutividades foram ainda monitoradas e ajustadas com o auxílio de um condutivímetro portátil.

Utilizou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), em fatorial $2 \times 5 \times 3$ (duas variedades de palma x cinco salinidades x três frequências de irrigação), totalizando 30 tratamentos com quatro repetições e perfazendo assim 120 unidades amostrais.

Os vasos com seus respectivos cladódios plantados foram distribuídos ao acaso por sorteio dentro da área experimental (Figura 1). Depois foram identificados com plaquetas contendo o nome da variedade, frequência de irrigação e salinidade.



Figura 1 – Área experimental do cultivo de palma em Limoeiro do Norte, CE, 2016.

As plantas foram cultivadas em vasos plásticos pretos próprios para mudas com capacidade para 11 litros, onde foi adicionado um substrato para preenchimento dos vasos com solo do local e esterco de curral bem curtido, na proporção de 4:1, ou seja, quatro partes de solo para uma parte de esterco de curral. Antes e depois do plantio não foi realizada nenhuma adubação química para apoio ao crescimento e desenvolvimento das plantas.

O substrato utilizado nos vasos apresentou as características físico-químicas, de acordo os dados apresentados na Tabela 2.

O plantio dos cladódios foi realizado no dia 1º de abril de 2016 e cultivado até o dia 7 de julho de 2016, ou seja, durante 98 dias para o início das avaliações experimentais, quando as plantas já estavam bem desenvolvidas e com sistema radicular formado. Durante este período de estabelecimento as plantas receberam irrigação com a água fornecida pelo Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi na quantidade de 500 mL duas vezes por semana onde a água do canal apresentava uma C.E. em torno de $0,58 \text{ dS m}^{-1}$ (Tabela 2).

Tabela 2 – Características físico-químicas do substrato dos colocados nos vasos para cultivo da palma

| g/kg | | pH | Mg/dcm ³ | Mmol/dm ³ | | | | | | | | % | | | dS/m |
|-------|-------|-----|---------------------|----------------------|-------|------|-------|------|------|-------|-------|-----|-----|---|------|
| C | M.O. | | P | K | Ca | Mg | Na | Al | H+Al | SB | CTC | V | PST | m | CE |
| 24,94 | 42,99 | 7,4 | 162 | 18,98 | 112,6 | 37,7 | 15,56 | N.D. | N.D. | 184,9 | 184,9 | 100 | 8 | 0 | 4,17 |

Fonte: Laboratório de Água, Solo e Planta do IFCE (2016).

As características morfológicas avaliadas no cladódio-mãe foram: espessura do cladódio-mãe e número de brotações por planta. Para avaliação das brotações foram avaliados a espessura, o comprimento, a largura e o perímetro dos cladódios, onde, para realização destas mensurações, foram utilizadas a fita métrica para comprimento, largura e perímetro dos cladódios e para a espessura o paquímetro. Em todas as brotações de cada planta foram feitos seus registros morfológicos e posteriormente calculadas as médias por planta (Tabela 3).

As avaliações iniciaram no dia 8 de julho de 2016 com a retirada de todas as brotações do cladódio-mãe e iniciado o fornecimento de água de acordo com o tratamento de cada unidade experimental. O experimento foi conduzido realizando-se as irrigações de forma manual e de acordo com cada tratamento e as medições eram feitas a cada 14 dias.

As coletas de dados referentes às mensurações nas plantas finalizaram no dia 28 de outubro de 2016, perfazendo um total de 112 dias de avaliação experimental. Entretanto, o manejo experimental continuou até o dia 18 de novembro de 2016, quando foram coletados todos os cladódios das brotações para avaliação da matéria verde e matéria seca, avaliação da condutividade elétrica do solo e observadas as condições sanitárias e morte das plantas conduzidas no experimento.

Ao final do experimento, os dados foram submetidos à análise de variância, regressão e teste de Tukey, a 5% de significância.

Tabela 3 – Características físico-químicas da água do canal para cultivo da palma

| Cátions (mmolc L ⁻¹) | | | | | Ânions (mmolc L ⁻¹) | | | | | dSm ⁻¹ | RAS | pH | mg L ⁻¹ |
|----------------------------------|------------------|-----------------|----------------|------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------|-------------------|------|-----|---------------------|
| Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | Soma | Cl ⁻ | SO ₄ ²⁻ | HCO ₃ ⁻ | CO ₃ ²⁻ | Soma | CE | | | Sólidos Dissolvidos |
| 0,62 | 0,85 | 2,58 | 0,26 | 4,30 | 2,21 | 0,10 | 2,72 | 0,24 | 5,27 | 0,58 | 3,01 | 8,5 | 371 |

Fonte: Laboratório de Água, Solo e Planta do IFCE (2016).

3 Resultados e discussão

As condições climáticas para o cultivo da palma na região não estão dentro das condições ideais, pois, de acordo com os registros realizados na estação meteorológica da UEPE (Tabela 1), a temperatura média durante o período experimental foi em torno de 35,48 °C para o período diurno e 21,65 °C para o período noturno e a umidade relativa do ar diurna de 30,68% e noturna de 85,04%, onde esta umidade noturna sofre uma influência em função da irrigação que ocorre à noite na região. Diante do exposto, os registros evidenciam uma condição ambiental de estresse para a palma comum ao semi-árido nordestino, pois, de acordo com Nobel (1995), a captação atmosférica diária máxima do CO₂ ocorre quando a temperatura do ar dia/noite é de 25°/15 °C, com umidade relativa do ar acima de 40%, pois a produtividade depende da captação atmosférica diária do CO₂ e é um indicativo dos efeitos integrados do ambiente sobre o crescimento. Os fatores ambientais individuais que afetam a captação atmosférica do CO₂ da *O. ficus-indica* interagem multiplicativamente para determinar essa captação.

As análises estatísticas aos 112 dias de cultivo da palma forrageira evidenciaram poucos efeitos de variedade, frequência de irrigação e salinidade, provavelmente em virtude do baixo número de brotos e cladódios e da alta variabilidade dos dados.

Com base nos dados médios do experimento, independentemente dos tratamentos, verificou-se que a espessura do cladódio-mãe diminuiu e o número de brotos e cladódios primários aumentaram linearmente ao longo dos 112 dias de cultivo da palma forrageira (Figura 2-A). O comprimento e largura (Figura 2-B), assim como o perímetro, área (Figura 2-C) e espessura (Figura 2D) dos cladódios primários apresentaram respostas quadráticas em função dos dias de cultivo, com valores máximos aos 103, 110, 111, 129 e 99 dias de cultivo, respectivamente.

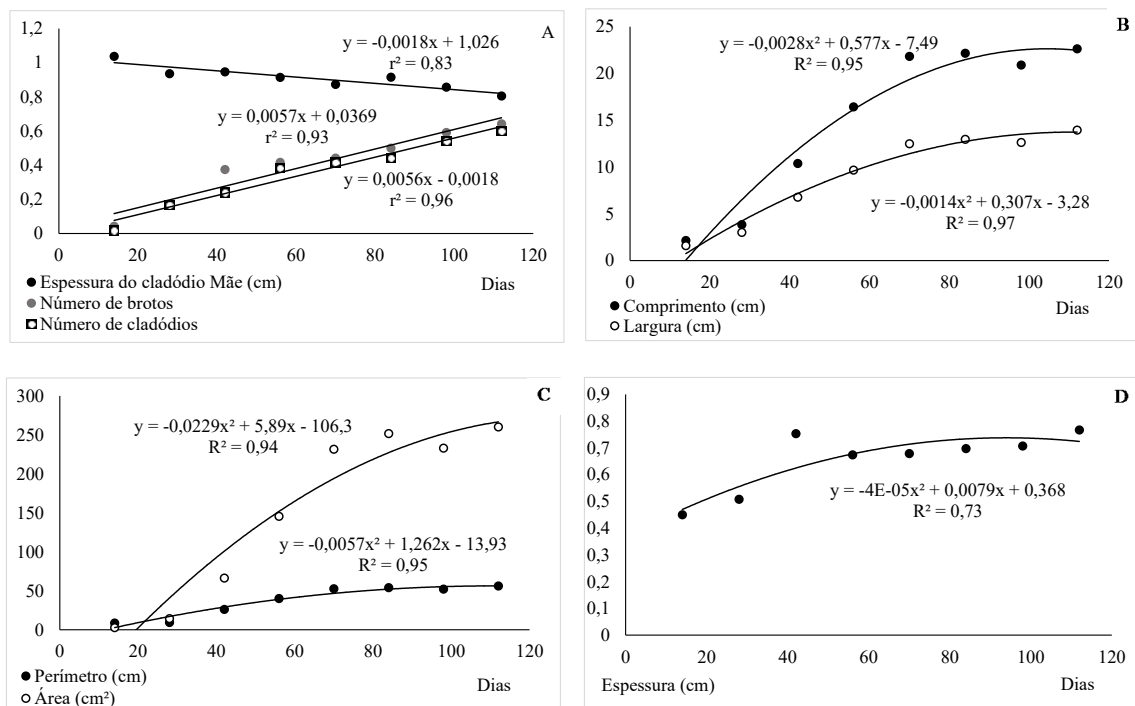


Figura 2 – Espessura do cladódio-mãe, número de brotos e de cladódios filhos (A) e comprimento, largura (B), perímetro, área (C) e espessura (D) dos cladódios filhos ao longo dos 112 dias de cultivo da palma forrageira.

Os números de cladódios primários foram baixos, variando de 0,02 a 0,6 por cladódio-mãe aos 14 e 112 dias, respectivamente (Figura 2-A). Dubeux Júnior et al. (2010) observaram valores mais elevados, variando de 1,5 a 2,5 cladódios primários aos 180 dias de idade, enquanto Silva et al. (2015) obtiveram 4,0 a 4,8 cladódios primários aos dois anos após o plantio. Franco-Salazar e Véliz (2008) observaram que aos 60 e 70 dias o número de cladódios diminuíram significativamente com o aumento do NaCl aplicado hidroponicamente na concentração da água.

Ramos et al. (2015) encontraram de 1,15 a 2,30 cladódios primários, com largura de 11 a 13 cm e comprimento de 18 a 24 cm aos 120 dias de cultivo em palma forrageira cv. Gigante com adubação orgânica. Os resultados são semelhantes aos do presente trabalho, com exceção do número de cladódios primários que foram mais baixos no presente estudo.

O comprimento, a largura, o perímetro, a área e a espessura dos cladódios primários apresentaram respostas quadráticas com valores máximos entre 99 e 129 dias de cultivo, demonstrando que o uso constante e contínuo de água salinizada pode afetar o crescimento e desenvolvimento da palma. Fato observado por Murilo-Amador et al. (2001), que, avaliando o efeito da salinidade sobre o crescimento e produção de nopalitos de *Opuntia* cv. Copena, sob níveis de irrigação e condutividade elétrica de 2, 5, 10, 13, 18 e 21 dS m⁻¹, verificaram que, em geral, todas as variáveis (área de caule, número, comprimento e largura de cladódios e massas fresca e seca) diminuíram com o aumento da salinidade, sendo, portanto, sensível ao sal, mas, existindo a indicação de que estas podem ser manejada em ambientes salinos. Franco-Salazar e Véliz (2008) observaram que quando se aumenta a concentração de NaCl no meio da raiz resulta-se em uma diminuição na formação de novos órgãos e em uma diminuição de a acumulação de biomassa seca, onde ao mesmo tempo, a formação de biomassa seca de raízes em tratamentos salinos foi maior do que no caule. Ao aumentar a salinidade, a acidez titulável dos cladódios e as células basais aumentaram, enquanto para os cladódios apicais não variou o teor de clorofila de ambos os cladódios, onde não foi significativamente afetado, o que poderia ser indicativo de algum tipo de ajuste osmótico ou osmo-proteção do aparelho de fotosintetização.

4 Conclusões

A espessura do cladódio-mãe diminuiu e o número de brotos e cladódios primários aumentaram linearmente ao longo dos 112 dias de cultivo da palma forrageira.

O comprimento, a largura, o perímetro, a área e a espessura dos cladódios primários apresentaram respostas quadráticas, com valores máximos entre 99 e 129 dias de cultivo.

O cultivo de palma com água salinizada até 4,78 dS m⁻¹ para manutenção da cultura no período seco é uma opção viável, onde este recurso pode garantir a sobrevivência do cultivo no período escassez hídrica nas condições do semiárido brasileiro.

Mais estudos e pesquisas se fazem necessários para avaliar o uso de água salinizada, como alternativa para irrigação, com níveis maiores de salinidade e variedades de palma com maior resistência a salinidade para o cultivo no semiárido brasileiro.

5 Agradecimentos

Os autores agradecem a todos os professores, servidores e estudantes da UFV e do IFCE, que colaboraram para a realização do DINTER UFV/IFCE.

6 Referências

AGENCIA DE DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DO CEARÁ (ADECE). **Perímetros públicos irrigados do Ceará**. Ceará: ADECE, 2017. 20 p.

ARAÚJO, S. M. S. A região semiárida do Nordeste do Brasil: Questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. **Revista Científica da FASETE**, v. 5, n. 5, p. 89-98, 2011.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; ARAÚJO FILHO, J. T.; SANTOS, M. V. F. et al. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira – Clone IPA-201. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 129-135, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

FISHER, R. A.; TUNER, N. C. Plant productivity in the arid and semiarid zones. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 29, p. 277-317, 1978.

FRANCO-SALAZAR, V. A.; VÉLIZ, J. A. Efectos de la salinidad sobre el crecimiento, acidez titulable y concentración de clorofila en *Opuntia ficus-indica* (L.) MILL. **Saber, Universidad de Oriente**, v. 20, n. 1, p. 12-17, 2008.

JACOMINE, P. K. T.; ALMEIDA, J. C.; MEDEIROS, L. A. R. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Ceará**. Vol. 1. Recife: SUDENE (Boletim Técnico 28), 1973.

MARQUES, O. F. C.; GOMES, L. S. P.; MOURTHÉ, M. H. F. et al. Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 75-93, 2017.

MURILO-AMADOR, B.; CORTEÂS-AVILA, A; TROYO-DIEÂGUEZ, E. et al. Effects of NaCl salinity on growth and production of young cladodes of *Opuntia ficus-indica*. **Journal Agronomy & Crop Science**, v. 187, p. 269-279. 2001.

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

OLIVEIRA, A. S. C.; CAVALCANTE FILHO, F. N.; RANGEL, A. H. N. et al. A palma forrageira: alternativa para o semiárido. **Revista Verde**, v. 6, n. 3, p. 49-58, 2011.

PADILHA JUNIOR, M. C.; DONATO, S. L. R.; SILVA, J. A. et al. Características morfológicas e rendimento da palma forrageira ‘Gigante’ sob diferentes adubações e configurações de plantio. **Revista Verde**, v. 11, n. 1, p. 67-72, 2016.

PEREIRA, P. C.; SILVA, T. G. F.; ZOLNIER, S. et al. Morfogênese da palma forrageira irrigada por gotejamento. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 184-195, 2015.

RAMOS, J. P. F.; SANTOS, E. M.; PINHO, R. M. A. et al. Crescimento da palma forrageira em função da adubação orgânica. **REDVET - Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 16, n. 12, 2015.

REGO, M. M. T.; LIMA, G. F. C.; SILVA, J. G. M. et al. Morfologia e rendimento de biomassa da palma miúda irrigada sob doses de adubação orgânica e intensidades de corte. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 16, n. 2, p. 118-130, 2014.

SILVA, T. G. F.; PRIMO, J. T. A.; MORAIS, J. E. 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.

Avaliação da palma forrageira aos 112 dias em função da variedade, frequência de irrigação e salinidade

Resumo: A palma forrageira é bem adaptada ao clima semiárido, mas alguns tratamentos culturais podem melhorar o seu desempenho. Objetivou-se avaliar o impacto do estresse salino e a frequência de irrigação sobre a fisiologia do crescimento da palma forrageira. Os tratamentos consistiram dos dois gêneros de palma: *Opuntia* e *Nopalea*, cinco níveis de salinidade (água do canal ou controle = 0,58 dS m⁻¹ e 1,67, 2,69, 3,77 e 4,78 dS m⁻¹ de condutividade elétrica) e três frequências de irrigação (uma, duas ou três irrigações por semana, com 500 mL.planta⁻¹). O delineamento foi inteiramente casualizado em fatorial 2 × 5 × 3, totalizando 30 tratamentos, com quatro repetições, perfazendo 120 unidades amostrais. As plantas foram cultivadas em vasos, com solos de mesmas características e em ambiente a céu aberto e no preenchimento dos vasos para o recebimento dos cladódios foi utilizado solo do local e esterco de curral bem curtido, na proporção de 4:1. As análises estatísticas aos 112 dias de cultivo da palma forrageira evidenciaram efeito de variedade para espessura do cladódio-mãe, número de brotos e número de cladódios (P < 0,05), em que a variedade *Nopalea* apresentou os maiores valores. Houve efeito linear crescente de frequência de irrigação sobre a condutividade elétrica, a espessura do cladódio-mãe, o número de brotos e o número de cladódios, o comprimento, a largura, o perímetro, a espessura e a área dos cladódios, a massa verde e massa seca de cladódios (P < 0,05) e efeito linear decrescente sobre o teor de massa seca (P < 0,05). Houve efeito de salinidade somente para condutividade elétrica, que aumentou linearmente (P < 0,05). Pelos resultados apresentados, pode-se utilizar a água com até 4,78 dS m⁻¹ de salinidade e com irrigação uma vez por semana na produção de palma forrageiras dos gêneros *Opuntia* e *Nopalea*.

Palavras-chave: alimento volumoso, avaliação agrônômica, produção animal, semiárido.

Evaluation of forage palm at 112 days as a function of variety, frequency of irrigation and salinity

Abstract: The forage cactus is well adapted to the semiarid climate, but some cultural treatments can improve its performance. This study aimed to evaluate the effect of saline stress and frequency of irrigation on the physiology of growth of forage cactus. The treatments consisted of two genera of palm (*Opuntia* and *Nopalea*), five levels of salinity (water from the channel or control = 0.58 dS m⁻¹ and 1.67, 2.69, 3.77 and 4.78 dS m⁻¹ of electrical conductivity) and three frequencies of irrigation (one, two or three irrigations per week with 500 mL.plant⁻¹). The experimental design was completely randomized in factorial 2x5x3, totaling 30 treatments with four replications, totaling 120 sample units. The plants were grown in pots with soil of same characteristics and environment to open sky and at the completion of the vessels for the receipt of the Cladodes was used local soil and barnyard manure, at a ratio of 4:1. The statistical analyzes to 112 days of cultivation of forage cactus evidenced the effect of variety for thickness of cladode mother, number of sprouts and number of cladodes (P<0.05), in which the variety *Nopalea* presented the higher values. There was a linear effect of increasing frequency of irrigation on the electric conductivity, thickness of the cladode mother, number of sprouts and number of cladodes, size, width, thickness, and surface, wet mass and dry mass of cladodes (P < 0.05), and a decreasing linear effect on dry mass content (P < 0.05). There was effect of salinity only for electric conductivity, that increased linearly (P < 0.05). By the results presented here, it can be used the water with up to 4.78 dS m⁻¹ of salinity and irrigation once a week in the production of fodder palm genus *Opuntia* and *Nopalea*.

Keywords: food roughage, agronomic evaluation, animal production, arid.

1 Introdução

O semiárido possui 969.589,4 km² o que representa 11,3% do território brasileiro com população 25 milhões de habitantes, onde grande parte de suas atividades geradoras de renda para a população estão ligadas ao setor primário (ARAÚJO, 2011). Esta região possui um ambiente com muitas condições adversas para a produção animal e vegetal, como: solos rasos e pedregosos, baixa e irregular precipitação pluvial e, temperaturas altas, entre outros. Diante destes aspectos, é necessária a utilização de espécies vegetais e animais adaptados às condições edafoclimáticas desta região para o desenvolvimento com sucesso de qualquer atividade agropecuária.

A palma forrageira apresenta excelentes adaptações ao clima semiárido, sendo cada órgão da planta, como as raízes, as folhas, os acúleos, a flor e o fruto adaptados com extrema eficiência no aproveitamento da água (BORBA et al., 2008). Donato (2012) recomenda que a irrigação só deve ser praticada quando a palma começar a apresentar sinais de desidratação, alcançando bons resultados utilizando 5,0 litros de água por 1,0 metro linear, com intervalo de 15 dias. No entanto, Chaves et al. (2014) afirmam que uma irrigação de 1,0 litro de água planta⁻¹ semanalmente, aplicada de duas vezes, apresenta influência positiva tanto na emissão de brotos como no vingamento dos cladódios na palma forrageira orelha-de-elefante.

Como citado anteriormente, o uso da irrigação é uma alternativa tecnológica para desenvolvimento de plantas em qualquer região, que elimina a dependência das chuvas para a produção agrícola. No entanto, a irrigação, mesmo quando bem conduzida, pode levar à salinização e sodificação do solo, pois quando se utiliza água de qualidade “inferior” na irrigação, os riscos aumentam, estando associados à salinidade, à toxicidade e ao desbalanço nutricional. O crescente uso de águas salinas na irrigação de forma inadequada pode levar a cultura a resultados negativos e indesejáveis, tornando-

se necessário conhecer o impacto do uso desta água sobre a produtividade potencial das culturas, o que demanda pesquisas para regiões distintas com diferentes cultivares. Da mesma forma, se faz necessário conhecer a amplitude do impacto causado pelo uso de águas salinas na irrigação em diferentes condições climáticas, a fim de avaliar a interação entre os diferentes fatores de estresse abiótico, clima e salinidade.

Para Lima et al. (2016), a irrigação é um recurso limitado para algumas áreas do Nordeste semiárido, e o uso de sistemas de gotejamento com um uso mínimo de água é uma opção para o cultivo de cactos forrageiros nessas regiões. A palma é um desses cactos, pois é uma planta xerófila, adaptada às condições do semiárido brasileiro, possui fisiologia caracterizada pelo processo fotossintético denominado Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM), onde este metabolismo gera uma eficiência metabólica para planta, principalmente no uso da água para produção de matéria seca. Fisher e Tuner (1978) citam que as plantas classificadas como CAM têm uma eficiência no uso de água de até 11 vezes às das plantas de metabolismo C_3 . Estes autores afirmam que a eficiência do uso de água é de 617 kg de água kg^{-1} de matéria seca para plantas C_3 , 300 kg de água kg^{-1} de matéria seca pra plantas C_4 e 50 kg de água kg^{-1} de matéria seca para as plantas que têm metabolismo fisiológico CAM.

Esta característica de eficiência do uso da água pela palma forrageira em relação aos outros vegetais possibilita aos criadores de animais que desenvolvem suas atividades em regiões com escassez de água, água de baixa qualidade para irrigação, baixa precipitação e com distribuição irregular das chuvas a possibilidade de desenvolver e manter uma pecuária racional e economicamente viável com geração de ocupação e renda. O uso de tecnologias de convivência com semiárido pode evitar o êxodo rural e contribuir para melhoria da qualidade de vida dos animais, do homem e do uso racional dos recursos ambientais.

A *O. ficus-indica* e outras variedades ou espécies de palma podem ter alta produtividade anual, o que indica a possibilidade de aumento em sua utilização no futuro. As respostas de sua captação atmosférica do CO₂ em relação aos fatores, como umidade do solo, temperatura do ar e níveis de luz são conhecidas, de maneira que sua produtividade pode ser prevista para vários ambientes. Entretanto, dois fatores merecem atenção e que podem afetar a sua produtividade, a tolerância à salinidade e às baixas temperaturas, o que pode limitar o seu cultivo em regiões com estas condições.

Franco-Salazar e Véliz (2008) observaram que quando se aumenta a concentração de NaCl no meio da raiz resulta-se em diminuição na formação de novos órgãos e em diminuição de acumulação de biomassa seca e que, ao mesmo tempo, a formação de biomassa seca de raízes em tratamentos salinos foi maior do que no caule. Ao aumentar a salinidade, a acidez titulável dos cladódios e as células basais aumentaram, enquanto para os cladódios apicais não variou o teor de clorofila de ambos os cladódios, em que não foi significativamente afetado, o que poderia ser indicativo de algum tipo de ajuste osmótico ou osmoproteção do aparelho de fotosintetização.

Queiroz et al. (2010) citam que vários fatores climáticos podem favorecer o acúmulo de sais no solo, comprometendo as propriedades químicas, físicas e biológicas de solos irrigados com estas águas, principalmente em regiões de clima semiárido, onde há predomínio da evaporação sobre a precipitação. Nestas condições, as culturas poderão ter seu crescimento e desenvolvimento comprometido. Sousa (2011) reforça que além da redução no crescimento em níveis crescentes de sal, possível de ser observada tanto em glicófitas como em halófitas, podem ainda ser observados nanismo, inibição do crescimento das raízes, desenvolvimento tardio das gemas apicais, redução de área foliar, necrose das raízes, gemas e margens das folhas.

A relação entre a captação atmosférica do CO₂ e a perda diária de água é conhecida como eficiência do uso da água, que é uma medida da quantidade de água para produzir produtos fotossintéticos e, portanto, biomassa vegetal. Assim, a forma de conservação da água pelo intercâmbio gasoso da *O. ficus-indica* mais o uso da água armazenada nos caules suculentos permitem não somente a abertura noturna de seus estômatos, mas, também, que a captação atmosférica do CO₂ prossiga por um tempo maior durante condições de seca, em comparação com as plantas C₃ e C₄, que têm apenas abertura dos estômatos durante a dia e têm folhas finas e não suculentas (NOBEL, 1995).

A captação atmosférica diária máxima do CO₂ ocorre quando a temperatura do ar dia/noite é de 25°/15 °C, com umidade relativa do ar acima de 40%, pois a produtividade depende da captação atmosférica diária do CO₂ e é um indicativo dos efeitos integrados do ambiente sobre o crescimento. Os fatores ambientais individuais que afetam a captação atmosférica do CO₂ da *O. ficus-indica* interagem multiplicativamente para determinar essa captação (NOBEL, 1995).

Sampaio (2005) cita que a palma forrageira é uma planta que apresenta um sistema radicular com raízes finas próximas da camada superficial do solo (até 10-20 cm) adaptada para absorver a água de chuvas leves e até do orvalho, caracterizando vantagem em locais de índice pluvial baixo. Outra característica é a morte e renovação de um percentual das raízes, conforme a falta de água por períodos mais prolongados e o retorno da umidade ao solo, demonstrando uma estratégia de adaptação às regiões de escassez hídrica.

Estas características coloca a palma forrageira a uma grande potencialidade de produção em regiões semiáridas do Brasil, proporcionando ao produtor uma expectativa viável de produção nestas regiões. Com a técnica de cultivo adequada e o uso racional da pouca água que existe disponível nesta região o produtor pode otimizar o uso da

terra, racionalizando este recurso e evitando desmatamento desnecessário dos recursos vegetais existentes na propriedade.

Como existe no semiárido a disponibilidade de água de poços com certo nível de salinidade, objetivou-se com este trabalho avaliar o impacto do estresse salino e a frequência de irrigação sobre a fisiologia do crescimento em dois gêneros de palma forrageira cultivadas em região de semiárido.

2 Material e métodos

O experimento foi realizado na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE) do IFCE localizada na Chapada do Apodi em Limoeiro do Norte, CE. A UEPE encontra-se em área de relevo plano, nas coordenadas de 05°10' 53" S e 38°00'43" W e altitude de 146 m. Na região é comum a ocorrência de solos da classe dos Cambissolos, apresentando, geralmente, alta fertilidade natural (JACOMINE et al., 1973), sendo o solo do local classificado como Cambissolo Eutrófico Latossólico (EMBRAPA, 2006).

O clima na região é quente e semiárido, do tipo BSw'h'. A temperatura média anual é de 28,5 °C, com mínima de 22 °C e máxima de 35 °C. A precipitação média anual é 772 mm, registrando-se uma distribuição de chuvas muito irregular, através dos anos. A umidade relativa é de 62%, como média anual. Os ventos sopram a uma velocidade média de 7,5 m s⁻¹ e a evapotranspiração atinge a média anual de 3.215 mm. A região tem uma insolação de 3.030 horas ano⁻¹ (ADECE, 2017). Esta região é caracterizada por uma estação chuvosa nos meses de janeiro a maio, sendo janeiro e abril os mais chuvosos e outra seca, de julho a dezembro.

O período experimental foi de julho a novembro de 2016, com duração de 112 dias, com cultivo em vasos mantidos a céu aberto, onde foram observadas as seguintes condições ambientais em relação à temperatura e precipitação apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados climáticos registrados na UEPE de julho a novembro de 2016

| Mês | Temperatura Máxima (°C) | Temperatura Mínima (°C) | Temperatura Máxima (°C) | Umidade Mínima (°C) | Vel. Ven. Média (m/s) | Rad. Glob. Tot. (MJ/m ³ dia) | PPT (mm) | ETo (mm) |
|-------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|---|----------|----------|
| 7 | 34,19 | 21,49 | 88,32 | 31,98 | 2,20 | 20,87 | 0,00 | 5,62 |
| 8 | 34,98 | 20,97 | 85,11 | 30,05 | 2,43 | 22,79 | 0,00 | 6,36 |
| 9 | 35,89 | 21,33 | 85,17 | 29,37 | 2,60 | 24,08 | 0,00 | 6,97 |
| 10 | 36,12 | 22,14 | 83,11 | 30,12 | 3,01 | 24,65 | 0,00 | 7,50 |
| 11 | 36,20 | 22,30 | 83,50 | 31,87 | 2,95 | 23,66 | 0,00 | 7,07 |
| Média | 35,48 | 21,65 | 85,04 | 30,68 | 2,64 | 23,21 | 0,00 | 6,70 |

Fonte: Estação Meteorológica da UEPE IFCE (2016). Vel. Ven. Méd. = Velocidade Vento Médio; Rad. Glob. Tot. = Radiação Global Total; PPT = Precipitação; e ETo = Evapotranspiração de Referência.

Como pode ser observado, a temperatura média durante o período experimental apresentou-se em torno de 35,48 °C diurna e 21,65 °C noturna e umidade relativa diurna de 30,68% e noturna de 85,04%, em função da irrigação que ocorre à noite na região.

No experimento foram utilizadas plantas de dois gêneros de palma, uma do gênero *Opuntia* variedade Orelha-de-elefante Mexicana e outra do gênero *Nopalea* variedade IPA Sertânia, onde os cladódios que foram destinados ao plantio apresentaram-se túrgidos, de cor verde escuro, aspecto vigoroso e que não tinham doenças. Após a seleção, ficaram em local sombreado para a cicatrização e passados cinco dias após a colheita foi realizado o plantio, tendo cada cladódio sido enterrado em torno de 50% de sua área.

Os tratamentos consistiram de cinco níveis de salinidade (S), em que a S1 é o controle (água do canal de irrigação, com condutividade elétrica (C.E.) média em torno de 0,58 dS m⁻¹) e mais quatro níveis de salinidade (condutividade média em torno de 1,67, 2,69, 3,77 e 4,78 dS m⁻¹, respectivamente) e ainda três frequências de irrigação: uma, duas e três irrigações por semana de 500 mL planta⁻¹. Os níveis de salinidade foram obtidos pela adição de NaCl à água de irrigação, proveniente do canal do Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi (DIJA). As soluções salinas após preparadas foram acondicionadas em bombonas plásticas com capacidade para 50 L. Os quantitativos de NaCl foram previamente definidos em laboratório por meio de curvas de CE (dS m⁻¹) × NaCL mg L⁻¹. Essas condutividades foram ainda monitoradas e ajustadas com o auxílio de um condutímetro portátil.

O delineamento utilizado foi o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), em fatorial 2 × 5 × 3 (duas variedades de palma x cinco salinidades x três frequências de irrigação), totalizando 30 tratamentos com quatro repetições e assim obtendo-se 120 unidades amostrais.

As plantas foram cultivadas em vasos plásticos pretos próprios para mudas com capacidade para 11 litros, onde foi adicionado substrato para preenchimento dos vasos com solo do local e esterco de curral bem curtido, na proporção de 4:1, ou seja, quatro partes de solo para uma parte de esterco de curral. Antes e depois do plantio não foi realizada nenhuma adubação química para crescimento e desenvolvimento das plantas.

O substrato utilizado nos vasos apresentou as características físico-químicas conforme verificado na Tabela 2.

O plantio dos cladódios foi realizado no dia 1^o de abril de 2016, onde as plantas foram cultivadas até o dia 7 de julho de 2016, ou seja, durante 98 dias para o início das avaliações experimentais com as plantas já desenvolvidas e com sistema radicular formado. Durante este período as plantas receberam irrigação com a água fornecida pelo Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi na quantidade de 500 mL duas vezes por semana onde a água do canal apresentava condutividade elétrica em torno de 0,58 dS m⁻¹ (Tabela 3).

Os vasos com seus respectivos cladódios plantados foram distribuídos ao acaso por sorteio dentro da área experimental (Figura 1). Depois foram identificados por meio de plaquetas identificando a variedade, frequência de irrigação e salinidade.

As características morfológicas avaliadas no cladódio-mãe foram: espessura do cladódio-mãe e número de brotações por planta. Para avaliação das brotações foram avaliados a espessura, comprimento, largura e perímetro dos cladódios, em que para realização destas mensurações foram utilizados a fita métrica para comprimento, largura e perímetro dos cladódios e para a espessura o paquímetro. Em todas as brotações de cada planta foram feitos seus registros morfológicos individuais e depois foram somados às áreas registradas para cada característica avaliada.

Tabela 2 – Dados das características físico-químicas do substrato dos vasos

| g/kg | | pH | Mg/dcm ³ | Mmolc dm ⁻³ | | | | | | | | % | | | dS/m |
|-------|-------|-----|---------------------|------------------------|-------|------|-------|------|------|-------|-------|-----|-----|---|------|
| C | M.O. | | P | K | Ca | Mg | Na | Al | H+Al | SB | CTC | V | PST | m | CE |
| 24,94 | 42,99 | 7,4 | 162 | 18,98 | 112,6 | 37,7 | 15,56 | N.D. | N.D. | 184,9 | 184,9 | 100 | 8 | 0 | 4,17 |

Fonte: Laboratório de Água, Solo e Planta do IFCE (2016).

Tabela 3 – Dados das características físico-químicas da água do canal

| Cátions (mmolc L ⁻¹) | | | | | Ânions (mmolc L ⁻¹) | | | | | dSm ⁻¹ | RAS | pH | Sólidos Dissolvidos (mg L ⁻¹) |
|----------------------------------|------------------|-----------------|----------------|------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------|-------------------|------|-----|---|
| Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | Soma | Cl ⁻ | SO ₄ ²⁻ | HCO ₃ ⁻ | CO ₃ ²⁻ | Soma | CE | | | |
| 0,62 | 0,85 | 2,58 | 0,26 | 4,30 | 2,21 | 0,10 | 2,72 | 0,24 | 5,27 | 0,58 | 3,01 | 8,5 | 371 |

Fonte: Laboratório de Água, Solo e Planta do IFCE (2016).



Figura 1 – Área experimental com cultivo de palma em Limoeiro do Norte-CE (2016).

As áreas dos cladódios (ACL) foram estimadas com os dados obtidos de largura e comprimento, conforme metodologia citada por Donato et al. (2014), com uso da equação $ACL (cm^2) = CCL \times LCL \times 0,693$, em que CCL representa o comprimento do cladódio (cm); LCL, a largura do cladódio em (cm) e 0,693 fator de correção em função de forma de elipse do cladódio.

O experimento iniciou no dia 8 de julho de 2016 com a retirada de todas as brotações do cladódio-mãe e iniciado o fornecimento de água de acordo com o tratamento de cada unidade experimental. O experimento foi conduzido realizando-se as irrigações de forma manual e de acordo com cada tratamento e as medições eram feitas a cada 14 dias.

As coletas de dados referentes às mensurações nas plantas finalizaram no dia 28 de outubro de 2016, perfazendo um total de 112 dias de avaliação experimental. Entretanto, o manejo experimental continuou até o dia 18 de novembro de 2016, quando foram colhidos todos os cladódios das brotações para avaliação da matéria verde e matéria

seca, avaliação da condutividade elétrica do solo e observadas as condições sanitárias e morte das plantas conduzidas no experimento.

As coletas do material vegetal para avaliação da matéria verde e matéria seca foram realizadas na parte da manhã, sendo o material separado e identificado de acordo com o tratamento e em seguida determinado o peso fresco total da unidade amostral. Logo após a avaliação do peso fresco, as amostras foram preparadas para avaliação da matéria seca, onde as amostras identificadas foram encaminhadas à estufa de circulação de ar forçada, para secagem a 65 °C, durante 72 h, quando atingiram peso constante.

A condutividade elétrica do solo foi estabelecida considerando a salinidade da camada subsuperficial (15 cm) do solo de cada unidade amostral por meio de uma amostra simples, onde foi realizada a análise da condutividade elétrica do extrato de saturação de acordo com a metodologia da Embrapa (1997).

Ao final do experimento, os dados foram submetidos à análise de variância, regressão e teste de Tukey a 5% de significância.

3 Resultados e discussão

As análises estatísticas aos 112 dias de cultivo da palma forrageira foram feitas quanto aos efeitos principais (gêneros de palmas, frequência de irrigação e nível de Salinidade) e às interações entre estas variáveis. As análises evidenciaram efeito de variedade para espessura do cladódio-mãe, número de brotos e número de cladódios ($P < 0,05$; Tabela 2), em que a variedade *Nopalea* apresentou os maiores valores. Houve efeito linear crescente de frequência de irrigação sobre a condutividade elétrica, a espessura do cladódio-mãe, o número de brotos e o número de cladódios, o comprimento, a largura, o perímetro, a espessura e área dos cladódios, a massa verde e massa seca de cladódios

($P < 0,05$) e o efeito linear decrescente sobre o teor de massa seca ($P < 0,05$). Houve efeito de salinidade somente para condutividade elétrica, que aumentou linearmente ($P < 0,05$).

Lira et al. (2017) citam que ao se dispor de um sistema de irrigação, mesmo que a quantidade de água seja um tanto limitada, ainda que o suprimento hídrico através da irrigação não atinja os requerimentos da cultura, uma pequena quantidade de água pode promover respostas produtivas positivas na planta. Neste trabalho foi verificado que o aumento da frequência de irrigação levou a aumentos expressivos no número de cladódios, no comprimento, na largura, no perímetro, na espessura e área dos cladódios, bem como na produção de massa verde e massa seca e redução no teor de massa seca dos cladódios. Pereira et al. (2015) estudando a evolução do crescimento de clones de palma forrageira submetidos a diferentes condições de disponibilidade de água no semiárido brasileiro concluíram que ao longo do tempo houve aumento das taxas de crescimento, em que, após o período chuvoso, o uso da irrigação promoveu melhores incrementos biométricos nos clones Orelha-de-elefante Mexicana e IPA Sertânia.

De acordo com os resultados não foi observado efeito da salinidade sobre a produção de massa seca ($P < 0,05$; Tabela 2) e que também ao final do experimento todas as plantas estavam sadias não havendo perda de nenhuma unidade amostral, evidenciando a viabilidade do uso da água salinizada ao nível de estudo desta pesquisa que foi de $4,78 \text{ dS m}^{-1}$. Lima et al. (2015) citam utilização de água salina na irrigação da palma em pesquisas desenvolvidas pela EMPARN, na Estação Experimental de Terras Secas, em Pedro Avelino, onde monitora há seis anos campos irrigados com água salina com condutividade elétrica (C.E.) superior a 5 dS m^{-1} e classificada com C4S1T3, considerada de alta salinidade e de níveis elevados de cloreto, onde nessas condições tem se obtido altas produtividades sem registros de prejuízo ao solo.

Houve interação entre salinidade e frequência de irrigação para condutividade elétrica ($P < 0,01$; Tabela 4). Os valores foram aumentando com o nível de salinidade, nas três frequências de irrigação, e foram aumentando com a frequência de irrigação, exceto no nível de salinidade 1, que não houve efeito significativo. Santana et al. (2007) observaram redução na evapotranspiração da cana-de-açúcar em sua fase inicial de desenvolvimento com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, associada à redução da massa seca das raízes, causada pela elevação dos níveis de sal na água de irrigação em solo com textura arenosa. No presente experimento, embora sem efeito significativo, a salinidade pode ter contribuído para a redução nas medições e na produção de massa verde e seca dos cladódios, como também reduziu a área do cladódio à medida que a salinidade aumentou. Franco-Salazar e Véliz (2008), estudando *O. ficus-indica*, observaram que a biomassa seca diminuiu significativamente nos tratamentos salinos em que estas plantas foram submetidas, onde obtiveram para a maior salinidade redução relativa em relação ao tratamento-controle da biomassa vegetal.

Em relação à turgidez das plantas, avaliadas por meio da espessura ($P < 0,05$; Tabela 5), não foi identificada diferença estatística em relação à salinidade, apesar de que em valores absolutos houve diminuição na salinidade 5. Morais et al. (2017) concluíram que apesar de pertencer a diferentes gêneros (*Nopalea* e *Opuntia*), os clones de cactos forrageiros, quando irrigados, não mostram diferenças no consumo de água, entretanto, o clone do gênero *Opuntia* mostrou menor acúmulo de água nos cladódios, em comparação aos clones do gênero *Nopalea*.

Tabela 4 – Condutividade elétrica, espessura do cladódio-mãe e número de brotos, número de cladódios filhos e dados agrônômicos dos cladódios filhos em duas variedades de palmas forrageiras, três frequências de irrigação e cinco níveis de salinidade aos 112 dias de cultivo

| Item | Variedade ¹ | | Freq. Irrigação ² | | | Níveis Salinidade ³ | | | | | DP |
|-------------------------------|------------------------|-------|------------------------------|------|---------------------|--------------------------------|-------|------|------|-------------------|------|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Condutividade elétrica, dS/m | 18,4 | 19,4 | 10,8 | 18,6 | 27,3 ⁴ | 4,0 | 11,1 | 20,9 | 26,1 | 32,4 ⁵ | 7,16 |
| Espessura do cladódio-mãe, cm | 0,67a | 0,94b | 0,64 | 0,76 | 1,02 ⁶ | 0,84 | 0,85 | 0,78 | 0,81 | 0,74 | 0,18 |
| Número de brotos | 0,42a | 0,87b | 0,32 | 0,42 | 1,17 ⁷ | 0,75 | 0,75 | 0,54 | 0,54 | 0,62 | 0,76 |
| Número de cladódios | 0,42a | 0,78b | 0,27 | 0,42 | 1,10 ⁸ | 0,71 | 0,71 | 0,54 | 0,54 | 0,50 | 0,77 |
| Comprimento, cm | 19,4 | 24,1 | 16,3 | 18,8 | 26,6 ⁹ | 25,1 | 24,6 | 19,6 | 24,7 | 18,8 | 11,0 |
| Largura, cm | 16,1 | 12,9 | 10,6 | 10,9 | 16,6 ¹⁰ | 16,0 | 14,6 | 12,2 | 13,0 | 13,4 | 5,8 |
| Perímetro, cm | 53,4 | 57,3 | 40,5 | 45,1 | 66,7 ¹¹ | 62,3 | 60,3 | 48,8 | 58,9 | 49,1 | 25,5 |
| Espessura, cm | 0,77 | 0,76 | 0,57 | 0,65 | 0,89 ¹² | 0,81 | 0,76 | 0,76 | 0,84 | 0,68 | 0,35 |
| Área, cm ² | 251 | 264 | 154 | 164 | 343 ¹³ | 303 | 312 | 203 | 281 | 193 | 216 |
| Massa verde, g | 94,0 | 90,4 | 26,6 | 57,6 | 131,8 ¹⁴ | 99,2 | 112,9 | 95,8 | 76,9 | 70,9 | 43,1 |
| Massa seca, g | 12,5 | 13,2 | 5,8 | 10,5 | 16,9 ¹⁵ | 13,8 | 15,9 | 13,4 | 11,9 | 9,9 | 6,9 |
| Massa seca, % | 15,7 | 15,9 | 20,9 | 18,9 | 12,5 ¹⁶ | 16,1 | 14,6 | 16,4 | 15,9 | 16,1 | 2,9 |

¹ Opuntia e Nopalea, respectivamente; ² uma, duas e três vezes por semana; ³ condutividade elétrica de 0,58, 1,67, 2,69, 3,77 e 4,78 dS m⁻¹, respectivamente; ⁴ $y = 2,37 + 8,27x$ $r^2 = 0,23$; ⁵ $y = -2,63 + 7,18x$ $r^2 = 0,52$; ⁶ $y = 0,43 + 0,188x$ $r^2 = 0,32$; ⁷ $y = -0,21 + 0,425x$ $r^2 = 0,16$; ⁸ $y = -0,22 + 0,412x$ $r^2 = 0,16$; ⁹ $y = 9,26 + 5,64x$ $r^2 = 0,14$; ¹⁰ $y = 5,62 + 3,51x$ $r^2 = 0,18$; ¹¹ $y = 21,4 + 14,6x$ $r^2 = 0,18$; ¹² $y = 0,36 + 0,170x$ $r^2 = 0,14$; ¹³ $y = 0,00 + 109,7x$ $r^2 = 0,14$; ¹⁴ $y = -38,8 + 55,7x$ $r^2 = 0,52$; ¹⁵ $y = -0,21 + 5,64x$ $r^2 = 0,32$; ¹⁶ $y = 26,3 - 4,49x$ $r^2 = 0,60$; a,b Médias com letras diferentes diferem pelo teste de F a 5% de probabilidade.

Tabela 5 – Interações entre salinidade e frequência de irrigação para condutividade elétrica, e entre salinidade e variedade ou frequência de irrigação para teor de massa seca dos cladódios filhos aos 112 dias de cultivo

| Item | Níveis de Salinidade | | | | |
|-------------------------------|----------------------|----------|----------|---------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Condutividade elétrica (dS/m) | | | | | |
| Irrigação | | | | | |
| 1 | 2,8Aa | 5,4ABa | 11,6ABCa | 14,9BCa | 19,2Ca |
| 2 | 3,0Aa | 11,3ABab | 20,3BCab | 29,7Cb | 28,8Ca |
| 3 | 6,4Aa | 16,5Ab | 30,8Bb | 33,6Bb | 49,3Cb |
| Teor de massa seca (%) | | | | | |
| Variedade | | | | | |
| 1 | 15,2 | 11,4 | 20,5 | 10,1 | 16,9 |
| 2 | 16,6 | 15,4 | 14,8 | 16,8 | 15,7 |
| Irrigação | | | | | |
| 1 | 20,9Aa | 18,0Aa | 30,0Aa | - | 21,1Aa |
| 2 | 18,3Aa | 17,6Aa | 21,1Aab | 19,4Aa | 14,8Aa |
| 3 | 13,0Aa | 12,6Aa | 12,9Ab | 12,4Aa | 11,5Aa |

Médias com letras diferentes, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, dentro de cada variável, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve interação entre salinidade e variedade e entre salinidade e frequência de irrigação para teor de massa seca dos cladódios ($P < 0,05$; Tabela 3). No primeiro caso, não foram detectadas diferenças entre as médias, tanto nas linhas quanto nas colunas, em virtude do baixo número de cladódios primários, da alta variabilidade dos dados e da aplicação do teste de Tukey, que é muito rigoroso quanto à significância. No segundo caso, o teor de massa seca dos cladódios não alterou com a salinidade, dentro de cada frequência de irrigação, mas diminuiu com o aumento do número de irrigações no nível de salinidade 3. Ribeiro et al. (2009) também observaram redução no teor de massa seca média dos capins Napier e Mombaça irrigados em relação aos não irrigados. Barbosa et al. (2017) concluíram que o aumento do fornecimento de água de 493 a 756 mm ano⁻¹ não promoveu incremento significativo de produção de clones de palma forrageira IPA Sertânia – IPA, Miúda – MIU e Orelha-de-elefante Mexicana – OEM quando os mesmos

foram submetidos a três lâminas (2,5; 5,0; e 7,5 mm) e três intervalos de irrigação (7; 14; e 28 dias). Os mesmos autores citam ainda, que independentemente do regime de água e do clone, o vigor do cladódio basal é altamente decisivo para a expressão da capacidade produtiva dos clones de palma forrageira irrigada.

4 Conclusões

Pode-se utilizar água com até 4,78 dS m⁻¹ de salinidade na produção de palma forrageiras dos gêneros *Opuntia* e *Nopalea*.

O aumento da frequência da irrigação com água salinizada de uma para três vezes por semana aumenta a produtividade, mas aumenta a condutividade elétrica e, conseqüentemente, a concentração de sais no solo, podendo inviabilizar o uso deste e a vida útil do palmar.

Há falta de estudos para o uso de água salinizada no cultivo da palma, havendo necessidade de mais pesquisas para avaliação da fisiologia da planta, como, também, para identificação de clones resistente à salinidade.

Agradecimentos

Os autores agradecem a todos os professores, servidores e estudantes da UFV e do IFCE que colaboraram para a realização do DINTER UFV/IFCE.

Referências

AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DO CEARÁ (ADECE).

Perímetros públicos irrigados do Ceará. Ceará: ADECE, 2017. 20 p.

ARAÚJO, S. M. S. A região semiárida do Nordeste do Brasil: Questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. **Revista Científica da FASETE**, v. 5, n. 5, p. 89-98, 2011.

BARBOSA, M. L.; SILVA, T. G. F.; ZOLNIER, S. Association of morphological and water factors with irrigated forage cactus yield. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 9, p. 600-605, 2017.

BORBA, M. A. P.; SILVA, D. S.; ANDRADE, A. P. A Palma no Nordeste e seu uso na alimentação animal. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL. **Anais...** Aracaju, Sergipe, 2008.

CHAVES, V. R.; NUNES, L. R. L.; VASCONCELOS, E. C. et al. Efeito da frequência de irrigação no desenvolvimento fisiológico da palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana, do gênero *opuntia*. In: IX Congresso de Pesquisa e Extensão da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica. **Anais...** São Luís, MA, 2014.

DONATO, P. E. R. Técnicas de plantio e manejo de espaçamentos em palma forrageira. In: BRITO, A. S. et al. Dia de Campo: Estratégias para cultivo da Palma Forrageira. IFCE Baiano, Guanambi-Bahia, 2012. p. 18-28. Disponível em: <https://palmaforrageira.files.wordpress.com/2012/05/dia_de_campo_palma_forrageira_if_baiano.pdf>. Acesso em: 29 set. 2017.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo, 1997. 212 p.

FISHER, R. A.; TUNER, N. C. Plant productivity in the arid and semiarid zones. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 29, p. 277-317, 1978.

FRANCO-SALAZAR, V. A.; VÉLIZ, J. A. Efectos de la salinidad sobre el crecimiento, acidez titulable y concentración de clorofila en *Opuntia fi cus-indica* (L.) MILL. **Saber, Universidad de Oriente**, v. 20, n. 1, p. 12-17, 2008.

JACOMINE, P. K. T.; ALMEIDA, J. C.; MEDEIROS, L. A. R. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Ceará**. Vol. 1. Recife: SUDENE (Boletim Técnico 28), 1973.

LIMA, G. F. C.; WANDERLEY, A. M.; GUEDES, F. X. et al. **Palma forrageira irrigada e adensada**: uma reserva forrageira estratégica para o semiárido potiguar. Parnamirim: EMPARN, 2015. 62 p. (EMPARN Documentos, 45).

LIMA, G. F. C.; REGO, M. M. T.; DANTAS, F. D. G. et al. Morphological characteristics and forage productivity of irrigated cactus pear under different cutting intensities. **Rev. Caatinga**, v. 29, n. 2, p. 481-488, 2016

LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DIAS, F. M. et al. **Palma forrageira: cultivo e usos**. Recife: CREA, 2017. 76 p. (Caderno Semiárido 7).

MORAIS, J. E. F.; SILVA, T. G. F.; QUEIROZ, M. G. et al. Hydrodynamic changes of the soil-cactus interface, effective actual evapotranspiration and its water efficiency under irrigation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 4, p. 273-278, 2017.

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

PEREIRA, P. C.; SILVA, T. G. F.; ZOLNIER, S. et al. Morfogênese da palma forrageira irrigada por gotejamento. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 184-195, 2015.

QUEIROZ, J. E.; GONÇALVES, A. C. A.; SOUTO, J. S.; FOLEGATTI, M.V. Avaliação e monitoramento da salinidade do solo. In: Gheyi, R.R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCT Sal, 2010. 472 p.

RIBEIRO, E. G.; FONTES, C. A. A.; PALIERAQUI, J. G. B. et al. Influência da irrigação, nas épocas seca e chuvosa, na produção e composição química dos capins Napier e Mombaça em sistema de lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 8, p. 1432-1442, 2009.

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

SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A.; SOUZA, K. J. et al. Efeitos da salinidade da água de irrigação na brotação e desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) e em solos com diferentes níveis texturais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p. 1470-1476, 2007.

SOUSA, A. B. O. **Germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de cajueiro anão precoce sob irrigação salina**. Fortaleza, 2011. 60 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O experimento foi realizado na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE) do IFCE localizada na Chapada do Apodi em Limoeiro do Norte, CE, onde objetivou-se avaliar o impacto do estresse salino e a frequência de irrigação sobre a fisiologia do crescimento em dois gêneros de palma forrageira cultivadas em vasos na região de semiárido. Com o conhecimento gerado pode-se fazer uma melhor orientação para o uso de água salinizada na irrigação da palma forrageira no semiárido nordestino nas condições de cultivo deste trabalho.

De acordo com os resultados obtidos pode-se concluir que:

- 1) Pode-se utilizar água com Condutividade Elétrica (CE) de até $4,78 \text{ dS m}^{-1}$ de salinidade e com irrigação uma vez por semana na produção de palma forrageiras dos gêneros *Opuntia* e *Nopalea*.
- 2) O cultivo de palma com água salinizada até $4,78 \text{ dS m}^{-1}$ para manutenção da cultura no período seco é uma opção viável, onde este recurso pode garantir a sobrevivência do cultivo no período escassez hídrica nas condições do semiárido brasileiro.
- 3) O aumento da frequência da irrigação com água salinizada não aumenta a produtividade, mas aumenta a C.E. e, conseqüentemente, a concentração de sais no solo, podendo, no futuro, inviabilizar o uso deste e a vida útil do palmal.
- 4) A falta de estudos para o uso de água salinizada no cultivo da palma é evidente, devendo existir mais pesquisas para avaliação da fisiologia da planta como também para identificação de clones resistentes a salinidade.