



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS

GABRIÉLI MENESES DOS SANTOS

**PRODUÇÃO DE CLADÓDIOS JOVENS DE GENÓTIPOS DE
PALMA FORRAGEIRA SOB SALINIDADE DA ÁGUA**

SÃO CRISTÓVÃO – SE

2023

GABRIÉLI MENESES DOS SANTOS

**PRODUÇÃO DE CLADÓDIOS JOVENS DE GENÓTIPOS DE PALMA
FORRAGEIRA SOB SALINIDADE DA ÁGUA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídrico como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito

SÃO CRISTÓVÃO – SE
2023

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

S237p Santos, Gabriéli Meneses dos
Produção de cladódios jovens de genótipos de palma forrageira sob salinidade da água / Gabriéli Meneses dos Santos; orientador Marcos Eric Barbosa Brito. – São Cristóvão, SE, 2023.
56 f. : il.

Dissertação (mestrado em Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Sergipe, 2023.

1. Recursos hídricos. 2. Plantas – Relações hídricas. 3. Água – Qualidade. 4. Águas salinas. 5. Palma forrageira – Meios de cultivo. 6. Fisiologia vegetal. I. Brito, Marcos Eric Barbosa, orient. II. Título.

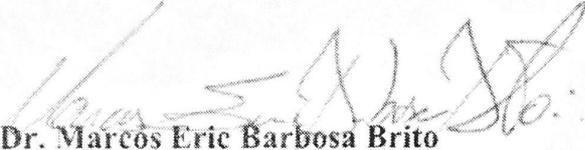
CDU 556.18:633.39

GABRIÉLI MENESES DOS SANTOS

**PRODUÇÃO DE CLADÓDIOS JOVENS DE GENÓTIPOS DE PALMA
FORRAGEIRA SOB SALINIDADE DA ÁGUA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Recursos Hídrico como um dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em Recursos Hídricos.

APROVADA em: 24/02/2023



Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito

Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos



Prof. Dr. Ariovaldo Antônio Tadeu Lucas

Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos



Dra. Monalisa Soares Costa

Instituto Nacional do Semiárido

SÃO CRISTÓVÃO – SE

2023

Dedicatória

Dedico a todas aquelas que vieram antes de mim e que não tiveram oportunidade de acesso à educação.

Agradecimento

À Deus, por me dar sabedoria, discernimento e força, agradeço a todas as providências que têm realizado na minha vida.

Aos meus pais, Adailton Ribeiro de Meneses e Lindnalva Bispo dos Santos Meneses, pelo carinho, confiança e, principalmente, incentivo ao longo da minha vida. Aos meus irmãos, Ghardênia e Gabriel, pelo carinho e incentivo, aos meus sobrinhos, Heitor e Arthur, pelo o carinho e motivação, e a todos os meus familiares que contribuíram de forma direta ou indireta.

Ao meu esposo, Donnes, pelo carinho, companheirismo e incentivo. Aos seus pais, pelo apoio e atenção.

Ao meu orientador, Marcos Eric Barbosa Brito, pelas orientações, disponibilidade e compreensão, agradeço a oportunidade e os ensinamentos.

Ao grupo de estudos GESI, em especial aos integrantes Edclecio, Stefane, Chayane e Luma, pelo suporte e apoio.

Aos professores que fizeram parte da minha formação profissional, em especial do programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos.

À Universidade Federal de Sergipe, pela oportunidade de me aperfeiçoar profissionalmente, em especial ao Campus do Sertão.

Às minhas amigas, Maria, Ciaria, Rafaela e Luana, pela amizade, amparo e atenção, o apoio de vocês foi essencial ao longo desses dois anos.

Às minhas amigas da graduação para vida, Ingrid e Jessica Marcy, obrigada pelas palavras de incentivo.

À Gleide, minha psicanalista, pelo acolhimento e amparo emocional, seu acompanhamento foi imprescindível nessa fase da minha vida.

Às minhas parceiras e amigas do trabalho, Cleciana, Cecília, Jaqueline e Suely, pelo carinho e torcida.

À minha cunhada, Paloma, pelo carinho, disposição e cuidado, e a Jessica, pelo apoio e carinho.

Aos meus Colegas de trabalho, Diogenes, Felipe, Gerson, Luiz e César, pelo apoio e as palavras de incentivo.

Aos meus colegas do Mestrado, em especial a Bruna e o Abelardo, pelo apoio ao longo desses dois anos.

À equipe da Embrapa semiárido de Nossa Senhora da Glória, obrigada pelo suporte.

Gratidão, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste estudo.

Obrigado a todos!

PRODUÇÃO DE CLADÓDIOS JOVENS DE GENÓTIPOS DE PALMA FORRAGEIRA SOB SALINIDADE DA ÁGUA

Resumo

A água é o fator mais limitante a produção agrícola, especialmente em regiões áridas e semiáridas. Para viabilizar o cultivo nestas áreas, então, pode-se usar a agricultura bioassalada. Todavia, deve-se encontrar espécies que possuam condições de produzir, mesmo em níveis elevados de salinidade, o que pode ser obtido ao identificar genótipos de palma forrageira com maior tolerância, já que os efeitos podem ser variáveis entre genótipos. Assim, objetivou-se avaliar a produção de cladódios jovens de genótipos de palma forrageira sob níveis de salinidade da água. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com tratamentos formados a partir de esquema de parcelas subdivididas, onde foram estudados cinco níveis de salinidade (0,14 dS m⁻¹; 1,50 dS m⁻¹; 3,00 dS m⁻¹, 4,50 dS m⁻¹ e 6,00 dS m⁻¹) nas parcelas e duas espécies de palma forrageiras ‘Miúda’ ou Doce; ‘IPA Sertânia’, ambas do gênero *Nopalea*, nas subparcelas, com três plantas por unidade amostral e repetidos em cinco blocos. As plantas foram cultivadas em vasos, preenchidos com substrato a base de solo, as plantas foram irrigadas semanalmente, a demanda hídrica, foi estimada através da lisimetria de pesagem. Foram feitas coletas semanalmente dos brotos entre 10 e 20 cm comprimento e analisado as variáveis morfométricas, aos 114 dias determinou-se as variáveis de crescimento, químicas e de produção da planta matriz (PM). A salinidade reduz a produção de brotos a partir de 3,0 dS m⁻¹ em ambos os genótipos de palma forrageira. A palma da miúda possui melhor desempenho em relação IPA Sertânia no cultivo com água salina.

Palavras chave: *Nopalea* spp; Nopalitos; Crescimento; Fisiologia; Agricultura bioassalada.

PRODUCTION OF YOUNG CLADODES FROM FORAGE PALM GENOTYPES UNDER SALINE WATER

Abstract

Water is the most limiting factor for agricultural production, especially in arid and semiarid regions, to enable cultivation in these areas, then, biosaline agriculture can be used. However, we must find species that are able to produce, even at high salinity levels, which can be obtained by identifying forage palm genotypes with greater tolerance, since the effects may vary between genotypes. Thus, the objective was to study the production of young cladodes of forage palm genotypes under water salinity levels. The experimental design used was in randomized blocks, with treatments formed from a split-plot scheme, where five levels of salinity were studied (0,14 dS m⁻¹; 1,50 dS m⁻¹; 3,00 dS m⁻¹, 4,50 dS m⁻¹ e 6,00 dS m⁻¹) in the plots and two species of forage palm “Miúda” or Doce; ‘IPA Sertânia’, both of genus *Napolea*, in the subplots, with three plants per sample unit and repeated in five blocks. The plants were cultivated in vases filled with soil-based substrate, the plants were irrigated weekly, and the water demand was estimated through weighing lysimetry. Sprout samples between 10 and 20 cm in length were collected weekly, the morphometric variables were analyzed, at 114 days, the growth, chemical, and production variables of the mother plant (PM) were determined. The salinity reduces sprout production from 3,0 dS m⁻¹ in both genotypes of forage palm. The “Miúda” palm has better performance than “IPA Sertânia” in saline water cultivation.

Keywords: *Nopalea* spp spp; Nopalitos; Growth; Physiology; biosaline agriculture.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Condições de temperatura média (T méd), umidade relativa do ar média (Ur méd) e precipitação (Precip.) da região de estudo para o período de realização da pesquisa	14
Figura 2 -Ilustração da distribuição das parcelas e subparcelas do experimento em cada bloco por meio de um croqui.....	15
Figura 3 -Cladódios da faixa mediana da planta matriz do genótipo Miúda (A), tratamento com calda bordalesa na palma forrageira (B).....	15
Figura 4 - A raquete plantada no Citropotes® (A), vasos distribuídos na casa de vegetação conforme o croqui (B).	16
Figura 5 -Vaso colocado em capacidade de campo por meio de capilaridade (A), pesagem do vaso em uma balança digital (B).	17
Figura 6- Início das brotações da palma forrageira (A), coleta de brotos com 10 cm comprimento (B).	19
Figura 7- Avaliação do comprimento brotos (A), largura brotos (B) e espessura dos brotos (C).	19
Figura 8- Cladódios fracionados e acomodados em sacos de papel (A), estufa de circulação de ar forçada, a 65 °(B), pesagem da massa seca em uma balança de semi-analítica.....	20
Figura 9- Retirada dos discos cilíndricos da unidade amostral (A), discos cilíndricos submergido em um béquer com água deionizada (B) leitura da condutividade elétrica com condutímetro portátil (C).....	21
Figura 10- Amostras de solo para determinar a pasta de saturação (A), adição água deionizada na amostra com auxílio de uma bureta (B), homogeneização da amostra de solo para obtenção da pasta de saturação (C).	23
Figura 11 -Condutividade elétrica no extrato de suspensão 1:2,5 do solo (CE _{1:2,5}) (A)e condutividade elétrica medida na pasta de saturação do solo (CEps) (B), cultivado com os dois genótipos de palma forrageira (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm Dyck), sob salinidade da água durante a produção de cladódios jovens.	25
Figura 12 -Médias do pH em água do solo cultivado com os dois genótipos de palma forrageira (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm Dyck), sob salinidade da água durante a produção de cladódios jovens.....	26

Figura 13 -A massa verde dos brotos e massa seca dos brotos, cultivado com os dois genótipos de palma forrageira (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm Dyck), sob salinidade da água durante a produção de cladódios jovens.....	28
Figura 14 -Média do número de brotos dos dois genótipos (A), média do número de brotos da palma miúda e da palma IPA Sertânia (B), evolução da produção de brotos quinzenalmente da palma miúda (C) e da palma IPA Sertânia (D) sob salinidade da água durante a produção de cladódios jovens.	29
Figura 15 -A massa verde da PM (A), massa seca PM (B) e massa seca da raiz PM (C) cultivado com os dois genótipos de palma forrageira (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm Dyck), sob salinidade da água durante a produção de cladódios jovens.....	32
Figura 16 -Extravasamento de eletrólitos (E.E) e taxa de assimilação líquida (TAL) cultivado com os dois genótipos de palma forrageira (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm Dyck), sob salinidade da água durante a produção de cladódios jovens.....	34
Figura 17 -Médias do comprimento cladódio PM, Médias largura cladódio PM, cultivado com os dois genótipos de palma forrageira (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm Dyck), sob salinidade da água durante a produção de cladódios jovens.	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- As características físicas e químicas do substrato utilizado no experimento	18
Tabela 2- Resumo de análise variância relativo as variáveis condutividade elétrica em em extrato de suspensão ($CE_{1:2,5}$), condutividade elétrica na pasta de saturação (CE_{ps}) pH em água (pH_a), e pH da pasta de saturação (pH_{ps}) do solo cultivado com os dois genótipos de palma forrageira (<i>Nopalea cochenillifera Salm Dyck</i>), sob salinidade da água durante a produção de cladódios jovens.	24
Tabela 3- Resumo de análise variância para o número de brotos (NB), massa verde dos brotos (MVB), massa seca dos brotos (MSB), comprimento dos brotos (CB), largura dos brotos (LB) e espessura dos brotos (EB), cultivado com os dois genótipos de palma forrageira (<i>Nopalea cochenillifera Salm Dyck</i>), sob salinidade da água durante a produção de cladódios jovens	27
Tabela 4- Resumo de análise variância relativo a massa verde do cladódio matriz (MVC), massa seca do cladódio matriz (MSC), massa seca das raízes do cladódio matriz (MSR) dos dois genótipos de palma forrageira (<i>Nopalea cochenillifera Salm Dyck</i>) sob salinidade da água durante a produção de cladódios jovens.	30
Tabela 5- Resumo de análise variância para o extravasamento de eletrólitos (E.E) e taxa de assimilação líquida (TAL), comprimento do cladódio (CC) e largura do cladódio (LC), cultivado com os dois genótipos de palma forrageira (<i>Nopalea cochenillifera Salm Dyck</i>), sob salinidade da água durante a produção de cladódios jovens.	33

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. OBJETIVOS.....	7
2.1 Objetivo geral	7
2.1 Objetivos específicos.....	7
3. REVISÃO DE LITERATURA	8
3.1 Aspectos gerais da palma forrageira.....	8
3.2 Usos da palma forrageira.....	9
3.3 Irrigação da palma forrageira	10
3.4 Agricultura bioassalada.....	11
3.5 Efeitos da salinidade na planta	12
4. METODOLOGIA.....	14
4.1 Localização.....	14
4.2 Tratamentos e delineamento experimental.....	14
4.3 Instalação e condução do experimento.....	15
4.4 Aplicação das lâminas de água.....	16
4.5 Variáveis analisadas	18
4.5.1 Variáveis analisadas dos brotos.....	18
4.5.2 Variáveis analisadas do Cladódio (PM)	20
4.5.3 Taxa de assimilação líquida (Tal).....	21
4.5.4 Variáveis de solo	23

4.5.4.1 pH e CE em água	23
4.5.4.2 Pasta de saturação	23
5.6 Análises estatística.....	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1 Características do Solo	24
5.1.1 Condutividade elétrica em extrato de suspensão e pasta de saturação.....	25
5.1.2 pH em água.....	26
5.2 Características morfológica dos brotos.....	26
5.2. 1 Massa verde e massa seca dos brotos	27
5.2.2 Número de brotos	29
5.3 Características morfológicas do cladódio matriz (PM)	30
5.3.1 Massa verde, massa seca PM e massa seca da raiz PM.....	31
5.3.2 Variáveis fisiológica e morfológica cladódio (PM)	33
5.3.2.1 Extravasamento de eletrólitos e a taxa de assimilação líquida.....	34
5.3.2.2 Variáveis o comprimento e largura do cladódio (PM)	35
6. CONCLUSÕES	38
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

1. INTRODUÇÃO

A disponibilidade de recursos hídricos de boa qualidade para irrigação tem se reduzido em todo mundo, a utilização da água de qualidade inferior tem sido uma opção para atender essa demanda (PEREIRA, 2020). Na região semiárida brasileira, a precipitação é irregular e com um baixo volume quando comparado com outras regiões do Brasil, as chuvas são concentradas em curto período, seguido por um extenso período seca (PERAZZO *et al.*, 2013).

Nessas circunstâncias de escassez, a utilização de águas não convencionais, como as águas salinas e salobras, torna-se necessárias para o incremento da produção na região semiárido, tendo em conta que a qualidade de muitas fontes hídricas é baixa, principalmente as águas de poços subterrâneos (MATOS *et al.*, 2013; CUNHA, 2018; FONSECA *et al.*, 2019).

No entanto, o uso de água salina para irrigação pode gerar alterações prejudiciais ao vegetal, como redução na absorção de água, na captação de CO₂ interferindo diretamente na produção de fotoassimilados, conseqüentemente no rendimento da cultura, (FREIRE, 2012; DIAS *et al.*, 2016). Essas alterações dependem do período de exposição, do nível de salinidade e da tolerância ou suscetibilidade do genótipo aos sais (MUNNES 2008; MUNNS e GILLIHAM, 2015).

Mesmo com todos esses efeitos quanto ao uso de água salina, é fundamental entender as limitações e os potenciais da agricultura bioassalada e utilizar como recurso estratégico para as regiões semiáridas (PORTO *et al.*, 2019).

Dessa forma, identificar as cultivares tolerante ao estresse salino é fundamental para a sustentabilidade da agricultura da região semiárida (LIMA *et al.*, 2022). A palma forrageira (*Nopalea* spp ou *Opuntia* spp) é amplamente cultivada no semiárido Brasileiro, por ser uma planta provida de mecanismos fisiológicos que permitem uma maior produtividade com menor consumo hídrico, em estudos realizados no sistema de sequeiro a palma forrageira apresentou uma eficiência no uso da água (EUA) cerca 307,2 kg ha⁻¹ mm⁻¹ (PEREIRAZ *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2020). Além de baixa demanda hídrica por unidade de massa seca em relação a outras culturas, a irrigação, mesmo em pequenas quantidades, pode propiciar um aumento da produtividade da cultura (LIRA, 2017). Silva (2017) afirma que o cultivo de palma com água salina é uma opção viável para a manutenção da cultura no período de escassez hídrica.

O cultivo dessa planta é uma excelente opção para geração de renda nas regiões semiáridas, devido as infinidades de produtos e subprodutos produzidos a partir dela (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Silva (2019a) afirma que a planta pode ser usada como estratégia de políticas estatal para reduzir os impactos decorrentes da falta de forragem no período de

estiagem das regiões semiáridas. Sendo considerada por Dantas et al. (2017), uma opção viável economicamente e nutricional.

Por outro lado, a tolerância das plantas à salinidade é mutável entre espécies, fases de desenvolvimento e, inclusive, entre genótipos da própria espécie (BRITO *et al.*, 2021), sendo importante identificar, para a produção de cladódios jovens de palma (nopalitos), o grau de tolerância das espécies à salinidade, tal como o genótipo mais tolerante.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a produção de cladódios jovens de genótipos de palma forrageira sob níveis de salinidade da água de irrigação.

2.1 Objetivos específicos

- Identificar o genótipo com maior nível de tolerância à salinidade por meio da aplicação de águas salobras durante a produção cladódios jovens;
- Determinar as alterações nas características morfológicas de genótipos de palma forrageira sob salinidade da água por meio de análise de crescimento dos cladódios jovens;
- Verificar o nível de salinidade mais adequado para irrigação de genótipos de palma forrageira por meio de rendimento relativo para a produção de cladódios jovens.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Aspectos gerais da palma forrageira

A palma forrageira tem origem no México e pertence à família Cactaceae que integra o grupo das Angiospermas e representa o segundo grupo mais numeroso da região neotropical formada por quase aproximadamente 1500 espécies (BRAVO FILHO *et al.*, 2018). No Brasil foi inserida pelos colonizadores portugueses, por volta do século XVIII, com o objetivo de atender a indústria têxtil a produção de corante carmim, que era muito utilizado naquela época (MACÊDO *et al.*, 2020). No século XX após um longo período de estiagem na região do Nordeste do brasileiro começou a ser cultivada para fins de alimentação de ruminante, com cultivos de grande escala principalmente na década de 90 (LIRA, 2017). O semiárido brasileiro tem a maior área de cultivo de palma forrageira do mundo, aproximadamente em 600 mil hectares (DUBEUX *et al.*, 2013).

As principais espécies cultivadas de palma são dos gêneros *Opuntia* (variedades Redonda e Gigante) e *Nopalea* (palma miúda ou palma doce) (CÂNDIDO *et al.*, 2013), sendo a miúda a que apresenta melhor valor nutritivo em relação as demais (CARVALHO *et al.*, 2018). A produção da palma forrageira é influenciada pelas condições edafoclimáticas do ambiente de cultivo, pelo potencial genético da planta e as práticas de manejo aplicadas (DANTAS, 2015).

Essa planta e se adaptou às condições edafoclimáticas do semiárido brasileiro e do mundo, devido suas características fisiológicas, morfológicas e bioquímicas (NUNES 2011; CUNHA 2018). A fisiologia das plantas de palma é descrita pelo processo fotossintético denominado metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), cuja característica principal é o fechamento dos estômatos no período do dia e a abertura durante à noite, para fixação de CO₂, resultando em economia de água (CAMELO, 2018). Possui características morfofisiológicas como cladódios espesso com cutícula impermeável, vacúolos grandes, e também um menor número de estômatos, com uma eficiência no uso da água 10 vezes maior que em plantas de metabolismo fotossintético C₃, propiciando maior adaptação em ambientes em áridos e semiáridos (ROCHA *et al.*, 2012; FERRAZ, 2018).

Devido ao seu potencial de produção em condições de baixa pluviosidade da região semiárida do Brasil a palma é uma importante fonte de forragem, devido a sua alta capacidade de produção de biomassa quando comparada com à vegetação nativa do bioma Caatinga (NETO *et al.*, 2016).

Silva et al. (2015) avaliaram crescimento e desempenho produtivo de três clones resistentes a cochonilha do carmim aos 745 dias após o plantio, obteve os seguintes rendimentos: a palma de orelha de elefante (163 t MV ha⁻¹) a miúda (117 t MV ha⁻¹) e IPA Sertânia (124 t MV ha⁻¹). Sendo quando irrigado a um aumento considerado da produtividade, Rocha et al. (2017), estudando produtividade de genótipos de palma forrageira irrigada com menor intervalo corte palma, alcançou maior massa de forragem aos 16 meses após o plantio para Orelha de Elefante Mexicana (763,50 t de MV ha⁻¹), em relação a Miúda (388,75 t de MV ha⁻¹) e ao IPA 20 (426,75 t de MV há).

3.2 Usos da palma forrageira

A palma está distribuída em todo mundo, com infinidade de uso podendo ser usada na fonte de forragem para alimentação de ruminantes, na alimentação humana, no paisagismo, na elaboração de fármacos, cosméticos e corantes, nas práticas de conservação e recuperação de solos, produção de energias renováveis através da produção de biogás (NUNES, 2011). Há registros no México datado na época pré-hispânica, tendo desempenho relevante na economia do império Asteca (LOPES *et al.*, 2012).

No Brasil a palma forrageira é utilizada, principalmente, no arraçamento dos animais ruminante. Em outras regiões do mundo, são usadas para diversas finalidades, como por exemplo, no México, e em algumas regiões da América Latina, os gêneros *Opuntia* e *Nopalea* são cultivados para produção de verdura (nopalito), fruto (figo-da-Índia) e em alguns países da África fazem parte da dieta humana (SILVA; SAMPAIO 2015). No nordeste brasileiro tem-se propagado o conceito de “Gastrotinga” que é a utilização de cactos nativos da Caatinga e também palma forrageira como ingrediente para elaboração de pratos (DOMINGOS, 2017). Os brotos da palma forrageira apresentam alto potencial hortícola, seu valor nutricional é maior em relação a outras hortaliças comercializada a exemplo da alface, por esse motivo tem crescido o interesse em estudar palma forrageira, principalmente seus benefícios quando incorporado na dieta alimentar, principalmente para regiões de limitações hídricas (PEREIRAZ, 2012). No México, Estados Unidos e Japão é tido como um alimento refinado, e servido somente em restaurantes e hotéis de alto padrão (NUNES, 2011).

Em alguns países asiáticos a palma forrageira é usada como planta medicinal (LOPES *et al.*, 2012). Possui inúmeras propriedades medicinais como antioxidante, anti-inflamatória, anti-diabética e capacidade neuroprotetora, que são utilizadas pela indústria farmacêutica na fabricação de medicamentos, também pode produzir diversos cosméticos, como sabonetes, xampus e cremes (NEVES *et al.*, 2020).

Segundo Cunha (2018), o México possui vasta utilização mais de 276 espécies aproveitadas como matéria prima para as atividades agroindustriais, sendo 26% deste número voltadas para a produção de produtos farmacológicos, enquanto 17% são direcionados alimentação humana na forma de verdura, 14% para hortaliças em conserva, o restante que são 12% na produção de cosméticos (CALLEJAS *et al.*, 2009).

Neves *et al.* (2020) ressaltam que já existem muitos produtos patenteados nos últimos anos, porém há um vasto potencial a ser explorado, principalmente em produtos não alimentares oriundos de cactos. Os países produtores desta cultura e aqueles que possuem as características climáticas favoráveis para seu cultivo devem aprimorar as práticas de cultivo para a produção em escala industrial (NOVA *et al.*, 2017).

3.3 Irrigação da palma forrageira

A irrigação tem sido uma técnica incorporada na produção de forragens, visando, especialmente, a maximização da produção (CUNHA, 2018). No entanto, a água é um recurso restrito para algumas regiões, a exemplo do semiárido nordestino, o que torna ainda mais importante a aplicação de métodos e sistemas de irrigação mais eficientes, para o cultivo a exemplo do gotejamento, que é uma excelente alternativa para o cultivo de palma forrageira (LIMA *et al.*, 2016).

Outra possibilidade para essa região é a aplicação mínima de água no palmar, esse manejo visa a aplicação de irrigação com déficit, é indicado para regiões que possuem restrições dos recursos hídrica para fins agrícolas (CUNHA, 2018). Fonseca *et al.* (2019) apontam que a técnica de irrigação se destaca no aumento da produtividade das culturas. Lira (2017) destaca que a irrigação da palma é viável para áreas onde o cultivo da mesma apresenta dificuldade no estabelecimento e desenvolvimento, a irrigação permite, o plantio em distintas épocas do ano, garantindo a produção em anos com longo período de estiagem além de permitir cortes mais precoces e frequentes.

Acrescenta-se que, mesmo sendo uma planta (CAM), em regiões que apresentam baixa umidade relativa, alta evapotranspiração, déficit hídrico no solo em boa parte do ano e altas temperaturas, sobretudo no período da noite, compromete a produtividade, e em casos mais extremos ocasionando a mortalidade das plantas (LIMA *et al.*, 2016; SANTOS *et al.*, 2017), fazendo-se necessário o uso da irrigação.

3.4 Agricultura bioessalina

A escassez de recursos hídricos representa uma grande preocupação em todo mundo, pois a baixa disponibilidade de água pode impactar diretamente no bem-estar das populações, as atividades socioeconômicas e principalmente a manutenção e conservação dos ecossistemas (PORTO *et al.*, 2019), especialmente das áreas áridas e semiáridas. O semiárido brasileiro é o mais povoado do mundo, possui uma extensão territorial de 1.182.697 km², com uma população estimada em 27.830.765 habitantes distribuindo em 1.435 de municípios (SUDENE, 2021).

A região semiárida do Brasil apresenta algumas especificidades climáticas, onde as chuvas são irregulares no tempo e no espaço, acarretando um período de seca prolongado (GHEYI *et al.*, 2016). A precipitação média anual do semiárido não excede os 800 mm, no entanto a evaporação atinge valores acima de 2.000 mm no mesmo período, o que provoca um balanço hídrico negativo (MELO E VOLTOLINI, 2019). Este déficit hídrico favorece o acúmulo de sais no solo e nas fontes hídricas. Devido ao predomínio de rochas do tipo cristalinas no subsolo, a uma predominância de águas subterrâneas dessas regiões, serem classificadas como salobras e/ou salinas, diminuindo o potencial de uso consuntivo (GHEYI *et al.*, 2016; PEREIRA, 2020).

O aumento da demanda hídrica tem elevado uso de águas classificadas como de qualidade inferior, tanto para o abastecimento público, quanto para a indústria ou para a agricultura (PORTO *et al.*, 2019). Nesse contexto de escassez, tem se desenvolvido a agricultura bioessalina, termo que é usado para descrever o uso de águas ou solo com elevadas concentrações de sais, e o cultivo de espécies tolerantes ao estresse salino (GHEYI *et al.*, 2016).

A utilização de água salina para irrigação de palma forrageira favoreceu o aumento na espessura e altura dos cladódios, conseqüentemente elevando a produção de matéria verde e seca da planta (DANTAS, 2015). No entanto, Murilo-Amador *et al.* (2001), observaram diminuição dos pesos frescos e secos dos cladódios, com o aumento da salinidade.

Pereira (2020) constatou que ao utilizar água salina para irrigação da palma, não afetou a emissão dos cladódios. Já Silva (2019^a), verificou que a espessura do cladódio-mãe reduziu e o número de brotos aumentou no período de 112 dias de cultivo da palma forrageira em ambiente salino. Freire *et al.* (2018) ressaltam que é fundamental conhecer a proporção de redução da produtividade da palma forrageira quando cultivada em solo salino.

Para Leal *et al.* (2008) e Santos *et al.* (2011), o uso de águas salinas, quando atrelada ao manejo adequado, tem propiciado uma produção satisfatória, sendo assim uma prática sustentável do sentido econômico ambiental, no entanto são necessários novos estudos para

ampliação dos conhecimentos e das técnicas do uso sustentável dos recursos salinos, desse modo prevenindo e minimizando impactos da salinidade, para sustentabilidade da agricultura (CERQUEIRA *et al.*, 2021).

3.5 Efeitos da salinidade na planta

A salinidade é um dos fatores abióticos que mais comprometem o rendimento das culturas em todo mundo (FREIRE *et al.*, 2014). Elevadas concentrações de sais no solo e na água provocam efeitos negativos na fisiologia e no metabolismo vegetal o que pode ser relacionados a efeitos de ordem osmótica e/ou iônica (FARIAS, 2008). O efeito osmótico causado pela salinidade ocorre rapidamente, através da inibição o crescimento das folhas jovens, enquanto o efeito iônico manifesta-se lentamente, acelerando a senescência das folhas maduras (MUNNS, 2008).

O aumento no teor de sais na solução do solo provoca a elevação do potencial osmótico do solo, exigindo maior gasto energético ao vegetal para absorver água e os demais nutrientes essenciais (BATISTA *et al.*, 2002), dessa maneira, há o comprometimento direto do crescimento e do desenvolvimento da planta, por causa da restrição na absorção de água, além de elevar os teores de íons e o fluxo transpiracional, causando injúrias, principalmente nas folhas mais velhas (MUNNS, 2005).

As plantas sob estresse salino, ainda, apresentam nanismo, redução das brotações expansão de novas folhas (VAARIO *et al.*, 2011). A depender do nível de salinidade, a planta pode sofrer o fenômeno de plasmólise, e a água de suas células passa para a solução do solo (GHEYI *et al.*, 2010; WILLADINO E CAMARA 2010; SCHOSSLER *et al.*, 2012; DIAS *et al.*, 2016). Reduz a atividade da fotossíntese da planta, devido à restrição de CO₂ dentro das folhas em razão do fechamento de estômatos, ocasionando menor produção de assimilados pelas plantas (CARMONA, 2011).

Os efeitos iônicos produzem, na planta, toxidez pelo excesso de sais absorvidos, principalmente os íons de sódio, boro, bicarbonatos e cloretos, que se acumula excessivamente no tecido vegetal. Esse aumento na concentração de sais na planta provoca danos ao citoplasma das células, sobretudo dos ápices das folhas, também modifica os processos de absorção, transporte, assimilação dos nutrientes (FARIAS *et al.* 2009; DIAS *et al.*, 2016; PEREIRA 2020).

O sódio pode substituir o potássio parcialmente devido a semelhança das moléculas em algumas funções como a regulação osmótica (MALAVOLTA, 2006). Altos níveis de sódio (Na^+), ou uma alta relação sódio/potássio acarreta na interrupção de vários processos metabólicos essenciais, ou seja, desencadeando desequilíbrio nutricional. Salienta-se que o potássio (K^+) é ativador de mais de 50 enzimas da planta e não é substituído pelo Na^+ nesta função, assim a falta reduz diretamente o rendimento das culturas (WILLADINO E CAMARA, 2010).

As adaptações das plantas à salinidade podem ocorrer de três formas: por meio da tolerância ao estresse osmótico, devido a exclusão seletiva de íons sódio ou cloro (Cl) no sistema radicular e por meio de compartimentalização de sais no vacúolo e em tecidos senescentes (MUNNS, 2008). Estudos tem apontado que genótipos que possuem a habilidade de reter altos teores de K^+ e Ca^{2+} , e manter níveis inferiores de Na^+ no tecido da planta em ambiente salinos, possuem mecanismos que contribuem para expressar a tolerância das plantas à salinidade (WILLADINO E CAMARA, 2010; DIAS *et al.*, 2016).

Plantas tolerantes à salinidade possuem a capacidade de fazer o ajuste osmótico, aumentando a concentração de sais dentro de suas células, mantendo um gradiente osmótico para que a planta absorva água (MEDEIROS *et al.*, 2012; FERREIRA, 2018). Além dos fatores fisiológico e metabólicos, a tolerância e a sensibilidade das culturas a ambientes salinos, depende da natureza dos sais, das condições edafoclimáticas e das técnicas agronômicas aplicadas, em particularmente do método e manejo de irrigação (RHOADES *et al.*, 2000; DIAS, *et al.*, 2016).

Dessa forma, fundamental aprimorar as técnicas e o manejo da água salina para produção de palma, levando em consideração o tipo de solo os níveis de salinidade ideais para cada tipo de solo a utilização de ferramenta de monitoramento que evite a salinização do solo LIMA *et al.*, 2015). Freire *et al.* (2018), identificou que plantas de palma são moderadamente tolerantes à salinidade de $3,2 \text{ dS m}^{-1}$.

4. METODOLOGIA

4.1 Localização

O experimento foi realizado em ambiente protegido (casa de vegetação) em uma propriedade localizada no município de Nossa Senhora das Dores, Sergipe, SE (10°34'1627" de latitude S e 37°26'2484" de longitude W e altitude de 259 m). O município está inserido na região semiárida do médio Sertão Sergipano.

A condução do estudo se deu no período 13 de abril de 2022 a 05 de agosto de 2022, totalizando 114 dias de cultivo. Ao longo do período experimental, as condições climáticas foram monitoradas usando-se os dados da estação meteorológica da Embrapa Semiárido, de Nossa Senhora da Glória- SE, 2022 (Figura 1).

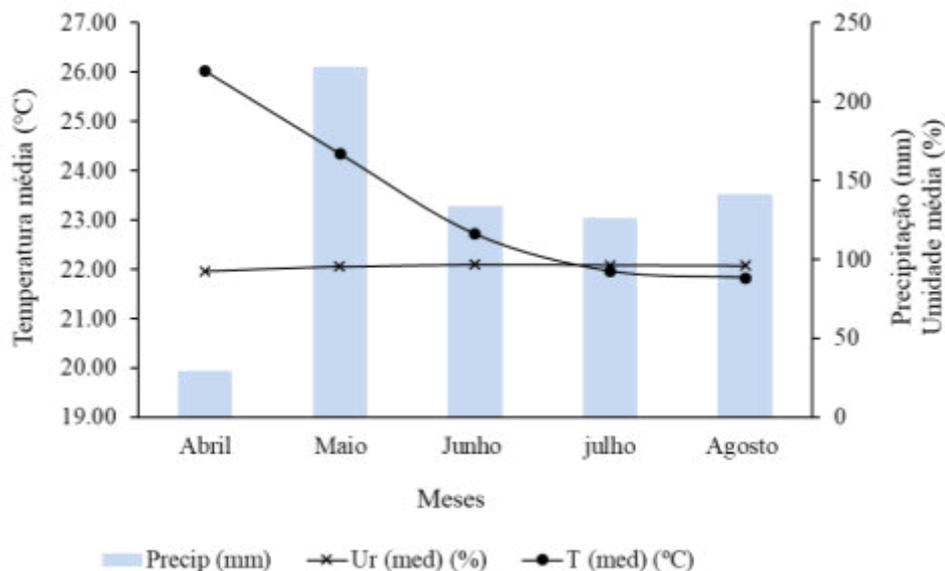


Figura 1- Condições de temperatura média (T méd), umidade relativa do ar média (Ur méd) e precipitação (Precip.) da região de estudo para o período de realização da pesquisa

4.2 Tratamentos e delineamento experimental

Foram estudados cinco níveis de salinidade da água de irrigação, correspondentes a 0,14 dS m⁻¹, 1,5 dS m⁻¹, 3,0 dS m⁻¹, 4,5 dS m⁻¹ e 6,0 dS m⁻¹.

Os níveis de salinidade foram aplicados em dois genótipos de palma forrageira, a palma miúda (genótipo 1) e a IPA Sertânia (genótipo 2) *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck, que foram dispostas nas subparcelas, sendo repetidas em cinco blocos, com três plantas úteis na unidade experimental, conforme disposto no croqui da área (Figura 2).

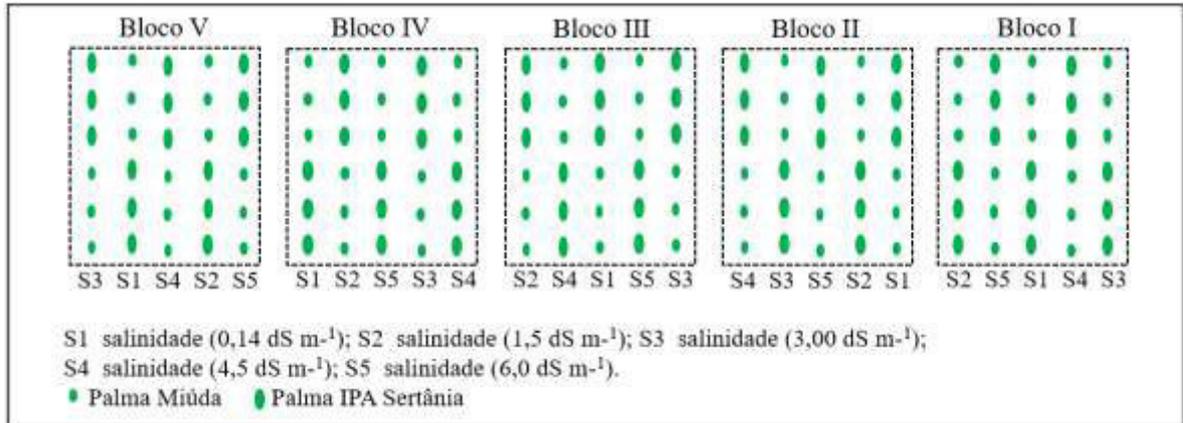


Figura 2 -Ilustração da distribuição das parcelas e subparcelas do experimento em cada bloco por meio de um croqui.

Considerando a distribuição de parcelas e subparcelas, tem-se a formação de 10 tratamentos (5 salinidades x 2 genótipos), que foram repetidos em 5 blocos, totalizando, então, 50 parcelas.

4.3 Instalação e condução do experimento

Os cladódios foram coletados da faixa mediana da planta matriz (PM) nos dois genótipos de palma (Miúda ou Doce e IPA Sertânia) em propriedade da região (Figura 3A). Os cladódios ficaram 20 dias em quarentena, à sombra, de modo a garantir a perda gradual do excesso de umidade, permitindo, assim, a cicatrização. 48 horas antes do plantio, foi realizado o tratamento com calda bordalesa, para evitar incidência de doenças e pragas (Figura 3B).



Figura 3 -Cladódios da faixa mediana da planta matriz do genótipo Miúda (A), tratamento com calda bordalesa na palma forrageira (B).

As raquetes foram plantadas em recipientes de plásticos denominados de Citropotes®, que possuem capacidade de 3,7 L, os quais foram preenchidos com solo classificado como ARGISSOLO-VERMELHO-AMARELO, em seguida distribuído na casa de vegetação, conforme o croqui (Figura 4 A e 4B).



Figura 4 - A raquete plantada no Citropotes® (A), vasos distribuídos na casa de vegetação conforme o croqui (B).

As águas de irrigação foram preparadas a partir da diluição de água de poço tubular da região, que possui condutividade elétrica de $30,0 \text{ dS m}^{-1}$ (de acordo com CONAMA 396/208 se enquadra como água salobra e classificação quanto qualidade da água para fim de irrigação de S4C4) e com a água do rio São Francisco ($\text{CEa} = 0,14 \text{ dS m}^{-1}$) (classificação quanto qualidade da água para fim de irrigação de S1C1) até chegar aos níveis de salinidade desejados, aferindo-se os valores com o auxílio de um condutivímetro portátil microprocessado e com ajuste a temperatura de 25°C , sendo os dados obtidos em dS m^{-1} . Após a diluição, foram armazenados em recipientes fechados com capacidade para 15 L, para diminuir o processo de evaporação e a entrada de impurezas.

4.4 Aplicação das lâminas de água

A irrigação foi realizada de forma manual, com auxílio de um béguer, sendo a demanda hídrica estimada por meio de lisimetria de pesagem, usando-se seis vasos, sendo 3 de cada genótipo.

O preparo dos vasos que a partir da separação de 06 vasos, 03 de cada genótipo, os quais foram colocados em capacidade de campo por meio da absorção por capilaridade, após a ascensão da água na superfície do solo dos vasos, os recipientes amostrados foram submetidos

a drenagem natural, sendo realizadas as pesagens (Figura 5A e 5B) até se ter peso constante e a drenagem natural ter sido cessada. O peso do vaso com solo e planta, após equilíbrio de umidade, foi determinado a capacidade total de água no solo (CTA).

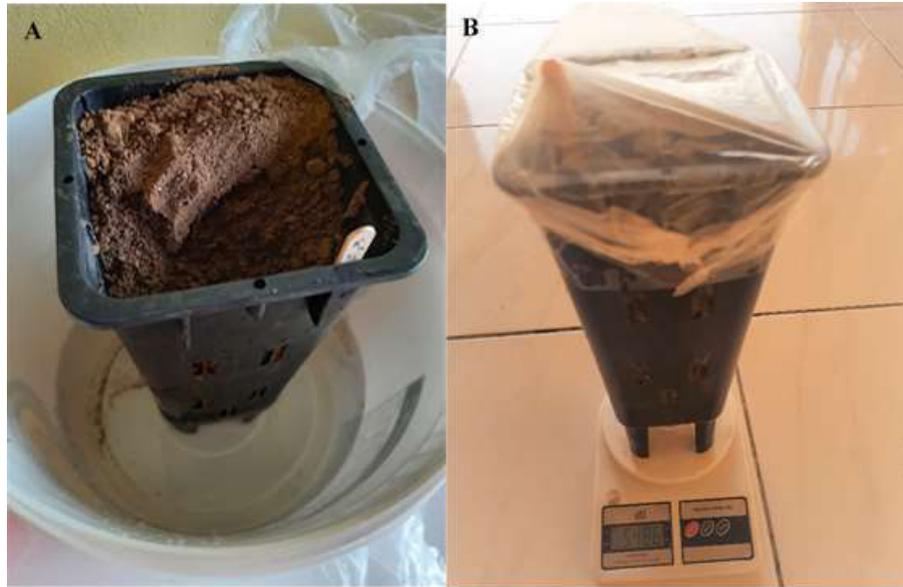


Figura 5 -Vaso colocado em capacidade de campo por meio de capilaridade (A), pesagem do vaso em uma balança digital (B).

O conhecimento do peso inicial e do peso em capacidade de campo permitiu mensurar o volume a ser aplicado na primeira irrigação, de modo a colocar todos os vasos em condição CTA. Para as demais irrigações foram feitos os acompanhamentos dos vasos, através da obtenção dos pesos atuais dos vasos usados como lisímetros, sendo a irrigação realizada quando os vasos estavam com 25% da capacidade total de água no solo (CTA), sendo aplicado um volume equivalente a deixar o solo com 50% da CTA em cada genótipo, cuidado que foi essencial para evitar o apodrecimento de raquetes, observado em estudo preliminar. Após um mês de cultivo foi repedindo o procedimento para calcular a demanda hídricas do solo, devido o ganho de massa das plantas. Ao longo do estudo, foram realizadas 15 aplicações de água salina, totalizando por planta 3.415 L de água para a palma Miúda e 3.320 L para a palma IPA Sertânia.

O manejo nutricional foi realizado com o uso de adubação fosfatada, usando-se 0,47516 g por vaso de fosfato monoamônico (MAP) sendo também o MAP a fonte de nitrogênio e 2,992 g por vaso de cloreto de potássio (KCl), conforme recomendações de Sobral et al., (2007), e os resultados da análise do solo (Tabela 1).

O manejo fitossanitário preventivo foi realizado no momento do plantio, para controle de doenças fúngicas e bacterianas com calda bordalesa à 2% e, para controle de cochonilha nas

plantas, foi feita uma pulverização com uma solução composta de detergente neutro e óleo mineral nas proporções recomendadas por (BRITO *et al.*, 2008).

Tabela 1- As características físicas e químicas do substrato utilizado no experimento

Análise química do solo								
pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	Al+H	MO
H ₂ O	mg dm ⁻³	cmol/dm ⁻³					%
5,7	2,7	153	21,0	1,5	0,5	0,05	2,5	4,6
Análise física do solo								
Areia	Silte	Argila	Classificação	dp	C.E. _{1:2,5}	C.E. _{ps}	pHps	
%	%	%	textural		dS m ⁻¹	dS m ⁻¹		
51	27	22	Franco-argilo-arenoso	2,70	0,1355	0,55	5,63	

4.5 Variáveis analisadas

As variáveis analisadas semanalmente foram: número de brotos (NB), comprimento dos brotos (CB); largura brotos (LB); espessura de brotos (EB); massa verde brotos (MVB) e massa seca brotos (MSB). Ao final do experimento foram coletados os cladódios matrizes (PM) procedendo-se as determinações de variáveis morfométricas, como o comprimento dos cladódios (CC); a largura cladódios (LC); a massa verde do cladódio (MVC); a massa seca do cladódio (MSC); a massa seca da raiz (MSR); o extravasamento de eletrólitos (E. E%) e a taxa de assimilação líquida (TAL). Também foram avaliados o potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (C.E) em extrato de suspensão e em pasta de saturação do solo.

4.5.1 Variáveis analisadas dos brotos

A primeira coleta foi realizada quando os cladódios atingiram 10 cm de comprimento (Figura 6 A), as demais coletas foram realizadas semanalmente, sempre coletando cladódios entre 10 a 20 cm de comprimento, totalizando 15 coletas no período de 114 dias (Figura 6 B).



Figura 6- Início das brotações da palma forrageira (A), coleta de brotos com 10 cm comprimento (B).

Além do número de brotos (NB), foram avaliados: o comprimento (CB), relativo à distância entre a base do cladódio e o ápice, a largura brotos (LB) referente a distância em linha reta mais longa ao longo da largura do cladódio, em ambas as variáveis foi utilizado um diastímetro flexível, com unidade em ‘cm’ (Figura 7A e 7B). A espessura dos brotos (EB) foi medida no ponto mais largo do cladódio com auxílio de um paquímetro digital com unidade em ‘mm’ (Figura 7C).

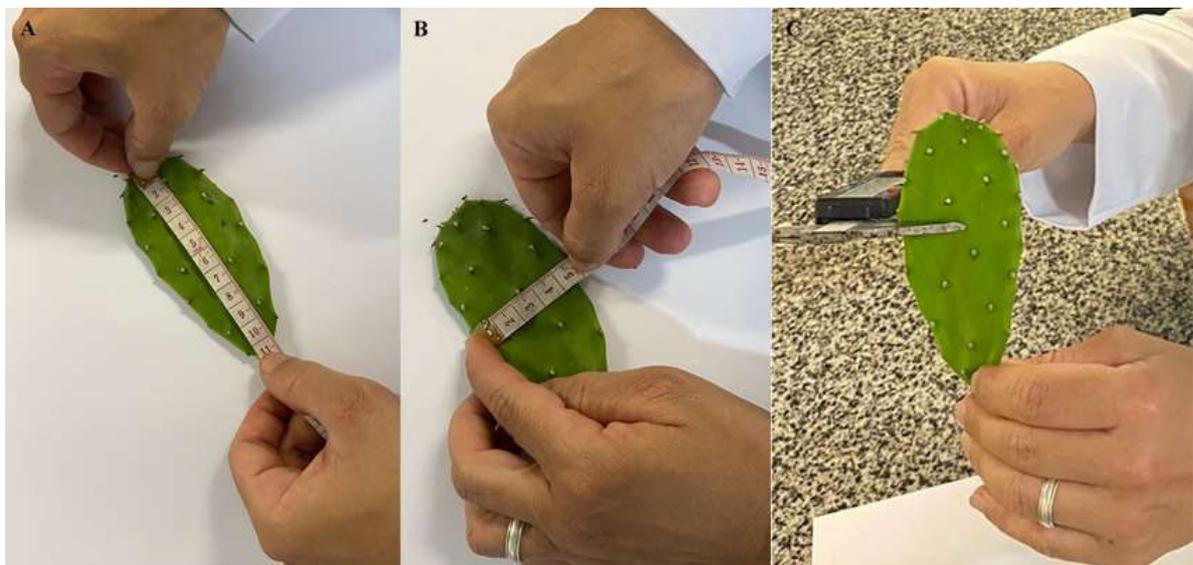


Figura 7- Avaliação do comprimento brotos (A), largura brotos (B) e espessura dos brotos (C).

Para avaliação da massa verde, os brotos foram coletados e acondicionado em sacos de papel previamente identificados e levados ao laboratório para determinação do peso em balança semi-analítica. Em seguida, para a obtenção da massa seca, os brotos foram colocados em estufa de circulação de ar à 65 °C, até atingir massa constante e em sequência feito a pesagem em uma balança de semi-analítica.

4.5.2 Variáveis analisadas do Cladódio (PM)

No final do estudo, aos 114 dias de cultivo, os cladódios matriz (PM) foram coletados com auxílio de peneira, foi feito destorroamento e separação da parte aérea das raízes e acondicionado em sacos de papel previamente identificados e levados ao laboratório. Em seguida, realizou-se a lavagem para eliminar resquícios de solo e, após feitas as medições de comprimento e largura, utilizando-se fita métrica, procedeu-se a determinação da matéria fresca e seca.

A massa verde foi determinada por pesagem dos cladódios em balança semi-analítica. Para a massa seca, os cladódios foram fracionados e acomodados em sacos de papel levados para estufa de circulação de ar forçada, a 65 ° (Figura 8A e B), até atingir massa constante e em sequência feito a pesagem em uma balança de semi-analítica (Figura 8 C).

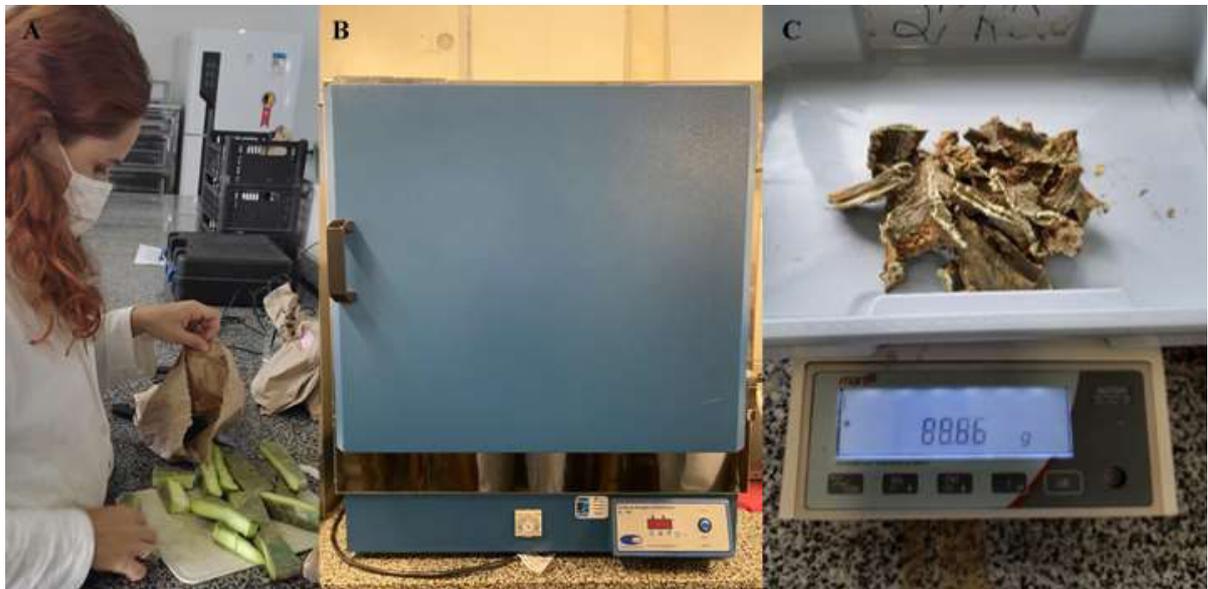


Figura 8- Cladódios fracionados e acomodados em sacos de papel (A), estufa de circulação de ar forçada, a 65 °(B), pesagem da massa seca em uma balança de semi-analítica.

Para determinação da massa seca da raiz, foi feita a separação do solo das raízes, com auxílio de peneira, em seguida realizada a lavagem em água corrente e acondicionadas em sacos de papel previamente identificados, levados, em seguida, para uma estufa de circulação de ar

forçada, à 65°C, até atingir massa constante e, em sequência, foi feita a pesagem em uma balança de semi-analítica.

Para determinação do extravasamento de eletrólitos (EE%), foi feita uma adaptação da metodologia proposta por Scotti & Thu Phan Thi (1997), em virtude da palma ser uma planta suculenta, e possuir características morfológicas específicas. Nessa situação, ao invés utilizar discos circulares foliares, foram usados discos cilíndricos, nove discos por unidade experimental, extraídos do cladódio matriz com auxílio de um perfurador (Figura 9A).

O material extraído foi acondicionado em bekers com 100 mL, de água deionizada, para que fosse suficiente para submergir as amostras cilíndricas (Figura 9B), em seguida foram colocadas em mesa agitadora por 120 minutos. Após a agitação, procedeu-se a determinação da condutividade elétrica inicial (X_i), usando-se um condutivímetro portátil microprocessado. Os béqueres, então, foram submetidos à temperatura de 90°C por 120 minutos, em estufa de secagem, após esse processo esperou atingir a temperatura de 25°C procedeu-se a determinação da condutividade elétrica final (X_f) (Figura 9C).

O extravasamento de eletrólitos foi expresso em porcentagem de condutividade inicial em relação à condutividade final, usando-se a equação 1.

$$EE = \frac{X_i}{X_f} * 100 \quad \text{Eq. 1}$$



Figura 9- Retirada dos discos cilíndricos da unidade amostral (A), discos cilíndricos submergido em um béquer com água deionizada (B) leitura da condutividade elétrica com condutivímetro portátil (C).

4.5.3 Taxa de assimilação líquida (Tal)

A determinação da taxa de assimilação líquida (TAL) foi feita por meio da estimativa do índice de área de cladódio (IAC) e da taxa de crescimento da cultura (TCC). Primeiramente

foi calculada área de cladódio (ALC), conforme metodologia descrita por Pinto et al. (2002) conforme a equação 2.

$$ACL = CCL \times LCL \times 0,693 \quad (2) \quad \text{Eq. 2}$$

Em que:

ACL = Área de cladódio (cm²)

CCL = Comprimento de cladódio (cm)

LCL = Largura de cladódio (cm)

0,693 = Fator de correção em função da forma elipse do cladódio

Para determinar a área total de cladódio (ATC) e o índice de área de cladódio (IAC). Foi realizada a multiplicação da ACL (encontrada na Equação 2) por 2, indicando os dois lados do cladódio. O IAC foi obtido pela divisão da área total do cladódio pela área ocupada por planta no vaso. A taxa de crescimento da cultura (TCC), foi medida a partir da variação da massa seca (MS) com o tempo (t) a equação 3.

$$TCC = \frac{(MS2-MS1)}{Dt} \quad \text{Eq.3}$$

Em que: TCC= Taxa de crescimento da cultura

MS2= Massa seca final

MS1= Massa seca inicial

DT= Intervalo de tempo entre as coletas

Para determinar TAL foi considerado MS1 a massa do cladódio matriz (PM) e MS2 massa do cladódio (PM) + a massa seca dos brotos ao longo dos 114 dias de cultivos, usando-se a equação 4.

$$TAL = \frac{TCC}{IAC} \quad \text{Eq. 4}$$

TAL= Taxa de assimilação líquida (g m⁻² dia⁻¹)

TCC= Taxa de crescimento da cultura (g m⁻² dia⁻¹)

IAC= Índice de área de cladódio (m²)

4.5.4 Variáveis de solo

4.5.4.1 pH e CE em água

Para avaliar o potencial Hidrogeniônico e a condutividade elétrica do solo, foram pesados em balança analítica 10 cm³ de solo e adicionou 25 mL da água deionizada, as amostras foram homogeneizadas por 1 minuto, em seguida deixada em repouso por uma hora e posteriormente, realizou-se a leitura de pH e condutividade elétrica com auxílio de pHmetro e condutivímetro portátil respectivamente.

4.5.4.2 Pasta de saturação

Para determinar a pasta saturada do solo inicialmente foi pesado 200 g de solo (Figura 10 A), em seguida foi adicionando água deionizada pouco a pouco (Figura 10B), com auxílio de espátula de aço inoxidável, as amostras foram homogeneizada (Figura 10C), até que atingisse o ponto de pasta de saturação representado pelo aspecto espelhado, imediatamente processo vedou-se os recipientes para evitar perdas de água da pasta por evaporação, mantendo as pastas nestas condições por 24 horas, logo após esse intervalo realizou-se a leitura de pH e condutividade elétrica com auxílio de pHmetro e condutivímetro portátil respectivamente (TEIXEIRA *et al.*, 2017).



Figura 10- Amostras de solo para determinar a pasta de saturação (A), adição água deionizada na amostra com auxílio de uma bureta (B), homogeneização da amostra de solo para obtenção da pasta de saturação (C).

5.6 Análises estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, a 5% de probabilidade, pelo teste F. Nos casos em que houve efeito significativo, aplicou-se análise de regressão polinomial

para o fator salinidade em cada espécie de palma forrageira e, para a identificação de diferenças entre as espécies, por se tratar de apenas dois genótipos, obtendo-se grau de liberdade igual a 1, usou-se o teste F como conclusivo, sendo todas as análises realizadas com o software SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Características do Solo

O uso de águas salinas na irrigação afetou a concentração de sais no substrato, de forma diferente, em cada genótipo, já que houve efeito significativo da interação ($p \leq 0,05$) entre os fatores salinidade e genótipo na condutividade elétrica medida em extrato de suspensão 1:2,5 (CE) e condutividade elétrica medida na pasta de saturação (CE_{ps}). Não foi observado, porém, efeito significativo de interação entre os fatores salinidades e genótipo no pH em água (pH_a), e no pH da pasta de saturação (pH_{ps}) (Tabela 2).

Tabela 2- Resumo de análise variância relativo as variáveis condutividade elétrica em em extrato de suspensão ($CE_{1:2,5}$), condutividade elétrica na pasta de saturação (CE_{ps}) pH em água (pH_a), e pH da pasta de saturação (pH_{ps}) do solo cultivado com os dois genótipos de palma forrageira (*Nopalea cochenillifera Salm Dyck*), sob salinidade da água durante a produção de cladódios jovens.

Fonte variação	GL	Quadrado médio			
		$CE_{1:2,5}$ ($dS\ m^{-1}$)	CE_{ps} ($dS\ m^{-1}$)	pH_a	pH_{ps}
Salinidade	4	743.494814**	17.453364**	0.0311 ^{ns}	0.0582 ^{ns}
Genótipo	1	41.433397**	1.723184**	0.2271**	0.0249 ^{ns}
Sal x Gen	4	39.4214.33**	0.743480**	0.0142 ^{ns}	0.0173 ^{ns}
Erro	36	0.569062	0.031441	0.0213	0.031682
Média		13.0946760	3.0665237	4.7218	4.5464
CV (%)		5.76	5.78	3.10	3.92

ns, *, ** = não significativos, significativo a 1% e 5%, respectivamente. GL = grau de liberdade.

O efeito significativo da interação entre os fatores no acúmulo de sais no substrato pode estar relacionado a diferenciação na necessidade de água de cada genótipo, o que está diretamente relacionado com a quantidade de sais aplicadas. Porém, não foi observado efeito no pH do substrato, embora a concentração de sais possa afetar o pH, isso é mais comum, no processo de sodificação, quando os teores de sódio tornam o solo sódico e o pH aumenta a níveis superiores a 8,5, o que não aconteceu até o final do trabalho.

5.1.1 Condutividade elétrica em extrato de suspensão e pasta de saturação

A $CE_{1:2,5}$ e a $CEps$ aumentaram com a concentração de sais na água de irrigação, porém, notando-se fatores de concentração de sais diferentes em cada genótipo de palma forrageira (Figura 11A e 11B). Sendo notado, ainda, diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os genótipos, constatando-se no substrato cultivado com a palma IPA Sertânia uma maior condutividade elétrica a partir no nível de salinidade $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ em relação a palma Miúda para $CE_{1:2,5}$ (Figura 11). Entretanto para $CEps$, da palma Miúda apresentou médias superiores com diferença significativa ($p < 0,05$) em relação à palma IPA Sertânia (Figura 11B).

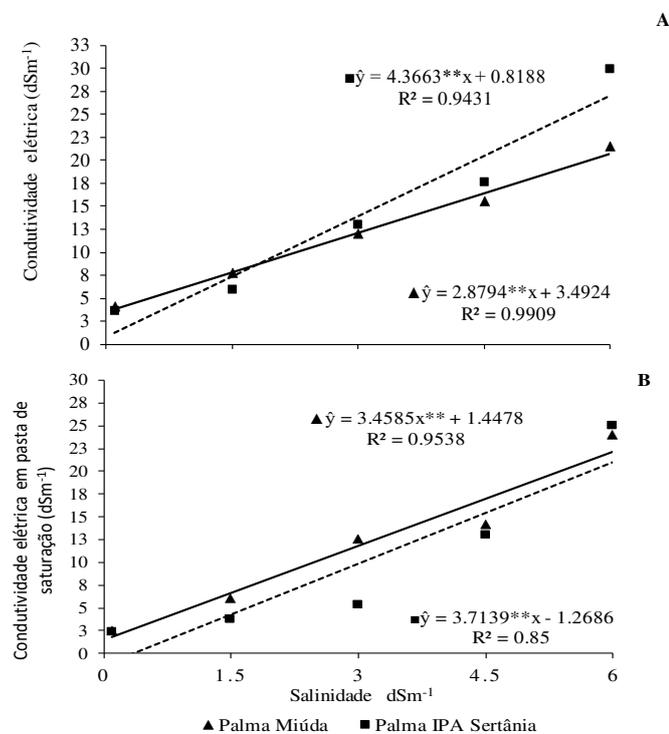


Figura 11 -Condutividade elétrica no extrato de suspensão 1:2,5 do solo ($CE_{1:2,5}$) (A) e condutividade elétrica medida na pasta de saturação do solo ($CEps$) (B), cultivado com os dois genótipos de palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), sob salinidade da água durante a produção de cladódios jovens.

Possivelmente as plantas de palma miúda conseguiram absorver mais sais que a palma Sertânia devido a sua maior capacidade de enraizamento, conseqüentemente aumenta absorção de íons da solução do solo. Resultados semelhantes, que validam esse estudo, foram observados por Freire et al. (2018) que, ao cultivarem palma forrageira cv. Miúda, verificaram que a condutividade elétrica do solo aumentou com maiores níveis de salinidade aplicados.

Da mesma forma como foi verificado por Cunha (2018), ao cultivar palma forrageira Sertânia sob cinco níveis de salinidade da água (0,1; 2,5; 5,0; 7,5 e 10 dS m⁻¹), que constatou um aumento CE do solo com o aumento dos níveis de salinidade.

5.1.2 pH em água

O pH apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os genótipos, notando-se na palma IPA Sertânia os maiores valores em relação a palma Miúda (Figura 12). Por outro lado, não se notou efeito da salinidade da água.

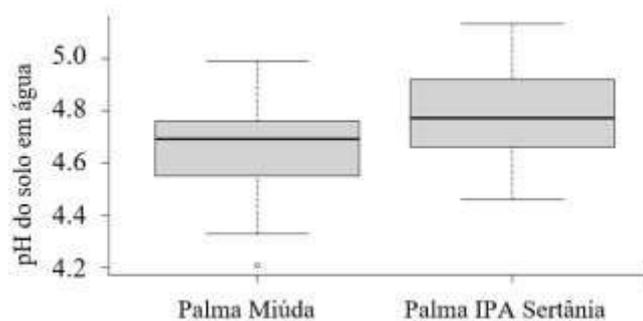


Figura 12 -Médias do pH em água do solo cultivado com os dois genótipos de palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), sob salinidade da água durante a produção de cladódios jovens.

A água utilizada, possivelmente, não possui uma relação de sais que provoque o aumento do pH, já que esse depende da liberação H⁺ para a solução, ou reação das OH⁻, o que poderia acontecer quando se tem uma maior concentração de Cl⁻ e Na⁺ em relação a HCO₃⁻ e CO₃⁻², sendo visualizado a manutenção dos valores de pH com o aumento da salinidade, ou seja, pode ocorrer inibição da hidrólise do Na⁺ (PORTO FILHO *et al.*, 2011). Resultados semelhantes foi observado por Cunha (2018), ao cultivar palma forrageira Sertânia com 05 níveis de salinidade da água (0,1; 2,5; 5,0; 7,5 e 10 dS m⁻¹), ou seja, o autor também não notou efeito significativo da água de irrigação na variação do pH do solo.

A variação do pH, por outro lado, influencia a disponibilidade de nutrientes no solo, sejam essenciais e/ou tóxicos, além dos microrganismos existentes no solo (PEDROTTI *et al.*, 2017), assim, o fato de não ter ocorrido variação significativa do pH no solo com o aumento da salinidade é um bom indicativo para viabilidade de uso da água salina.

5.2 Características morfológica dos brotos

O aumento da salinidade da água provocou redução na massa verde dos brotos (MVB), na massa seca dos brotos (MSB) de forma diferente entre os genótipos, constatando-se efeito

significativo da interação entre os fatores salinidade e genótipo ($p \leq 0,05$). O número de brotos (NB) apresentou interação significativas para ambos os fatores de forma individual sem interações entre os mesmos, a largura dos brotos (LB) foram afetados, de forma significativa, apenas pela salinidade da água ($p \leq 0,01$), não sendo verificado efeito da interação nem diferenças entre os genótipos nestas variáveis. Já no comprimento dos brotos (CB) e na espessura dos brotos (EB), não se notaram interações dos fatores testados, assim como não se notou efeito isolado dos fatores (Tabela 3).

Tabela 3- Resumo de análise variância para o número de brotos (NB), massa verde dos brotos (MVB), massa seca dos brotos (MSB), comprimento dos brotos (CB), largura dos brotos (LB) e espessura dos brotos (EB), cultivado com os dois genótipos de palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), sob salinidade da água durante a produção de cladódios jovens.

Fonte variação	GL	QM					
		NB	MVB (g)	MSB (g)	CB (cm)	LB (cm)	EB (mm)
Salinidade	4	12.7792**	4146.1028**	17.6984**	2.625923 ^{ns}	0.3964*	0.0320 ^{ns}
Genótipo	1	32.6270**	5875.0632**	38.9314**	4.078368 ^{ns}	0.3394 ^{ns}	0.0792 ^{ns}
Sal x Gen	4	3.6165 ^{ns}	2273.9409**	13.8623**	2.124603 ^{ns}	0.0623 ^{ns}	0.0798 ^{ns}
Erro	36	1.7923	77.72249	0.757854	1.143401	0.1141	0.1249
Média		5.1302	80.0846	5.7664	11.2104	4.3860	4.1830
CV (%)		26.10	11.01	15.10	9.54	7.70	8.45

ns, *, ** = não significativos, significativo a 1% e 5%, respectivamente. GL = grau de liberdade.

A efeito significativo da interação entre os níveis de salinidade e os genótipos na MVB e na MSB denota a importância destas variáveis na descrição do efeito da salinidade, uma vez que o crescimento das plantas depende do influxo de CO₂ e da conversão deste em carboidratos, o que depende, também, do status hídrico celular, afetado pelo aumento da salinidade da água nos genótipos de palma.

5.2. 1 Massa verde e massa seca dos brotos

A massa verde dos brotos reduziu à medida que a salinidade aumentou, a massa seca dos brotos demonstrou um comportamento diferente entre os genótipos (Figura 13A e 13B), a produção de massa seca da palma Sertânia, foi afetada com o aumento dos níveis de salinidade, no entanto a palma Miúda reduziu a produção de massa seca os níveis de salinidade 0,14 dS m⁻¹, 1,5 dS m⁻¹, 3,0 dS m⁻¹ até 3,37dS m⁻¹, entretanto nos níveis de salinidade 4,5 dS m⁻¹, 6,0 dS m⁻¹ favoreceu seu acúmulo. Possivelmente, a concentração de sais da água da irrigação contribuiu para o aumento da matéria seca nos níveis maiores de salinidade, ou seja, os níveis maiores salinidade contém uma quantidade de nutriente que tenha influência no crescimento da

planta. Também se constatou diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os genótipos, sendo que palma IPA Sertânia apresentou valores maiores de massa verde e massa seca comparado com palma Miúda. Essa diferença entre os genótipos pode ser devida as características de crescimento de cada genótipo.

A redução na produção massa verde provavelmente está relacionada menor absorção de água, decorrente ao efeito osmótico na planta, causando pela elevada concentração sais no solo. Souza et al. (2016), ressaltam que o aumento no teor de sais do solo compromete de forma direta a produção de massa verde dos vegetais, em virtude dos distúrbios morfofisiológico provocado pela salinidade na planta, como o fechamento dos estômatos devido ao desequilíbrio osmótico, provoca diminuição na absorção de CO_2 , conseqüentemente na produção dos fotoassimilados.

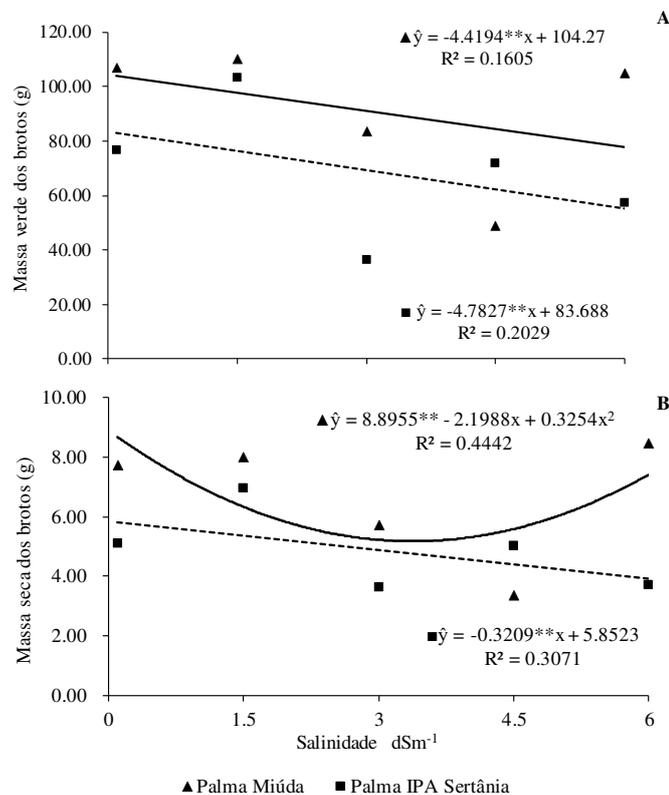


Figura 13 -A massa verde dos brotos e massa seca dos brotos, cultivado com os dois genótipos de palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), sob salinidade da água durante a produção de cladódios jovens.

Resultado semelhante foi observado por Ferreira (2018), ao cultivar plantas gênero *Opuntia* sob salinidade da água, quando constatou que a massa verde foi reduzida no nível de salinidade CEa $3,6 \text{ dS m}^{-1}$. Diferentemente do que foi verificado por Fonseca et al. (2019), que constataram que água da irrigação com CE até $3,60 \text{ dS m}^{-1}$ não afetou o desenvolvimento da

palma Gigante. Já Freire et al. (2018) constataram redução no rendimento da matéria seca de palma forrageira cv. miúda, a partir das salinidades de (0,5, 1,5 e 3,6 dS m⁻¹). Esses trabalhos, porém, corroboram com a hipótese observada neste trabalho, ou seja, o efeito da salinidade é variável com os genótipos, sendo as plantas de palma ‘Miúda’ e ‘Ipa Sertânia’, que são do gênero *Nopalea* sensíveis ao aumento da salinidade.

5.2.2 Número de brotos

O número de brotos foi reduzido pelo aumento nos níveis de salinidade da água ($p \leq 0,05$) (Figura 14A). Constatou-se que a palma Miúda teve maior capacidade de produção de brotos que a palma IPA Sertânia ao longo dos 114 dias de cultivo (Figura 14B e 14C), embora tenha sido notado uma redução gradativa da produção em ambos os genótipos, a palma IPA Sertânia foi a mais afetada a partir de 42 dias de cultivo, demonstrando uma maior suscetibilidade ao cultivo com água salina (Figura 14D).

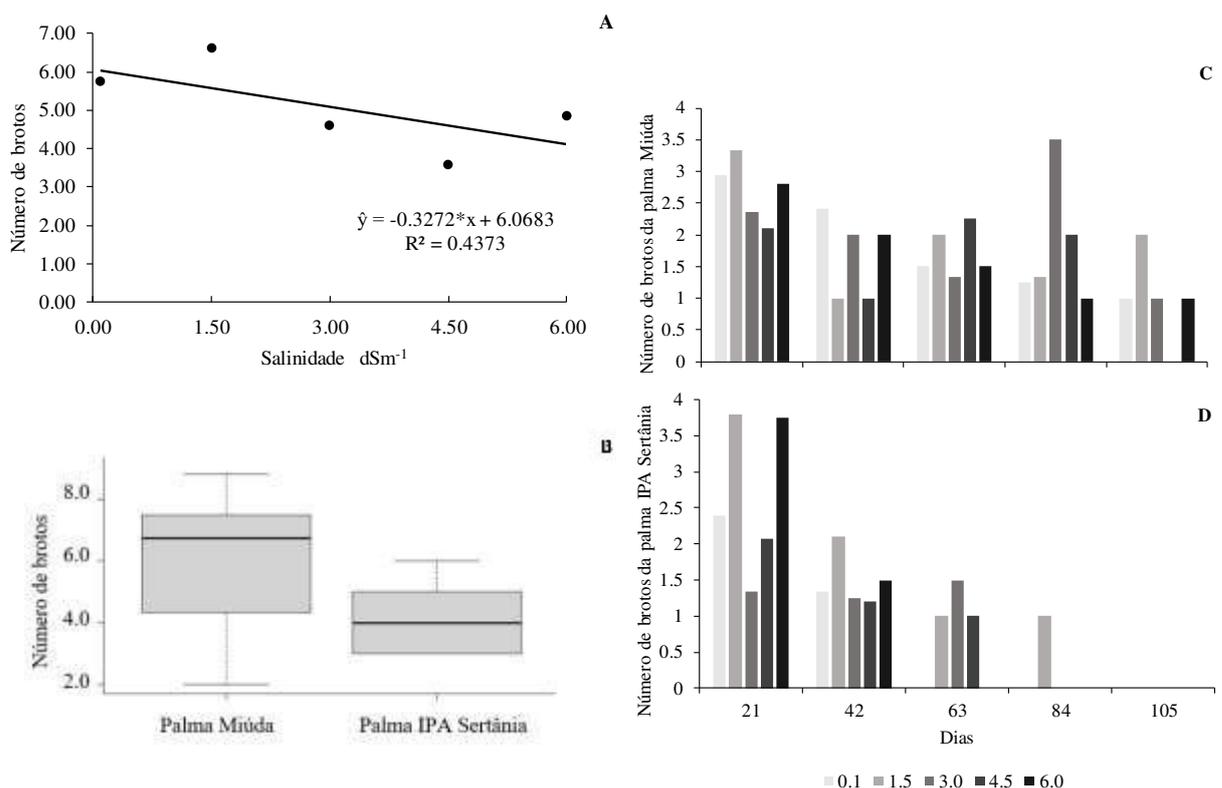


Figura 14 -Média do número de brotos dos dois genótipos (A), média do número de brotos da palma miúda e da palma IPA Sertânia (B), evolução da produção de brotos quinzenalmente da palma miúda (C) e da palma IPA Sertânia (D) sob salinidade da água durante a produção de cladódios jovens.

A redução nos números de cladódios provavelmente está ligada ao efeito osmótico provocado com aumento da salinidade do solo, que influencia diretamente na produção de

fitomassa, já que plantas sob condições de estresse salino buscam o ajustamento osmótico, demandando grande quantidade de energia para acumulação de açúcares, ácidos orgânicos e íons no vacúolo, em condições normais essa energia poderia ser convertida na produção de fitomassa (SANTOS *et al.*, 2012).

A palma ‘Miúda’ produziu um número de brotos superior que a palma ‘IPA Sertânia’, a diferença do número de brotos entre os genótipos ocorre devido as características morfológicas de cada genótipo, pois, conforme Silva (2019b), isso está relacionado a maturidade dos cladódios, e aos genótipos que apresentam cladódios menores, pois atingem a maturidade fisiológica mais rápido, conseqüentemente emite brotos novos com maior rapidez, como foi observado neste trabalho.

A redução na produção de cladódios com o aumento na salinidade também foi observada por (FREIRE *et al.*, 2018). No entanto, Lima *et al.* (2019) verificaram que o número de brotos da variedade ‘Miúda’ aumentou linearmente a medida que os níveis de salinidade testados (0,75; 3,0; 5,25; e 7,50 dS m⁻¹) aumentaram na avaliação aos 150 dias de cultivo. Já Silva (2017) constatou que o uso de água salina até 4,78 dS m⁻¹ favoreceu o aumento do número de brotos dos gêneros *Opuntia e Nopalea* aos 112 dias de cultivo.

No entanto observa-se que nesses trabalhos os tipos de solos são diferentes, respondendo de forma diferente às elevadas concentrações de sais no solo, e conseqüentemente no desenvolvimento da planta. Silva *et al.* (2018) ressalta que alguns tipos de solos podem proporcionar às plantas a realizarem o ajustamento osmótico, permitindo que absorvam a água do solo mesmo em concentrações alta de sais.

5.3 Características morfológicas do cladódio matriz (PM)

A massa verde do cladódio matriz (MVC) e a massa seca das raízes do cladódio matriz (MSR) diminuíram com o aumento da salinidade da água, diferentemente da massa seca do cladódio PM (MSC), que aumentou nos maiores níveis de salinidade, ocorreu efeito significativo de interação entre os fatores salinidade e genótipos ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$), para as variáveis MVC, MSC, MSR (Tabela 4).

Tabela 4- Resumo de análise variância relativo a massa verde do cladódio matriz (MVC), massa seca do cladódio matriz (MSC), massa seca das raízes do cladódio matriz (MSR) dos dois genótipos de palma forrageira (*Nopalea cochenillifera Salm Dyck*) sob salinidade da água durante a produção de cladódios jovens.

Fonte variação	GL	QM		
		MVC (g)	MSC (g)	MSR (g)
Salinidade	4	20584.0766**	472.7356**	0.1738**
Genótipo	1	4195111.0209**	49319.3543**	3.5258**
Sal x Gen	4	10621.4638**	269.3489**	0.1806**
Erro	36	760.5946	49.7014	0.0164**
Média		644.6780	71.3240	2.1503
CV (%)		4.28	9.88	5.96

ns, *, ** = não significativos, significativo a 1% e 5%, respectivamente. GL = grau de liberdade

5.3.1 Massa verde, massa seca PM e massa seca da raiz PM

O aumento da salinidade ocasionou redução na formação de matéria verde da PM em ambos os genótipos (Figura 15A), constatando-se redução na ordem de 1,6% na palma ‘IPA Sertânia’ e de 3,2% na palma ‘Miúda’ a cada aumento unitário na salinidade da água, constatando-se, então, uma maior sensibilidade da palma miúda à salinidade da água.

A formação de matéria seca nas plantas matrizes, porém, foi diferenciada com o aumento da salinidade entre os genótipos, verificando-se comportamento quadrático nas plantas de palma IPA Sertânia, e linear crescente na palma Miúda (Figura 15B). Na IPA Sertânia notou-se que o aumento de salinidade até 4,0 dS m⁻¹ proporcionou acúmulo de matéria seca, ocorrendo pequena redução após esse nível de salinidade estimado. Já palma Miúda, na qual o aumento da salinidade proporcionou acúmulo de matéria seca até com o uso de água de 6,0 dS m⁻¹, destacando uma maior eficiência na formação de massa, uma vez que se notou maior redução na formação de matéria seca neste genótipo (Figura 15B).

A massa seca das raízes da PM foi com o aumento da salinidade da água nas plantas de IPA Sertânia, com redução na ordem de 4,5% com o aumento unitário na salinidade da água. Já nas plantas de palma Miúda o comportamento foi quadrático, constatando-se um incremento da massa seca raiz até a salinidade estimada em 2,58 dSm⁻¹, a partir desse nível de salinidade ocorreu a diminuição da massa seca raiz. Esse resultado demonstra que palma Miúda possui uma capacidade de tolerar o excesso de sais da água e que a identificação de níveis aceitáveis salinidade pode contribuir no incremento de produção de biomassa seca (Figura 15C).

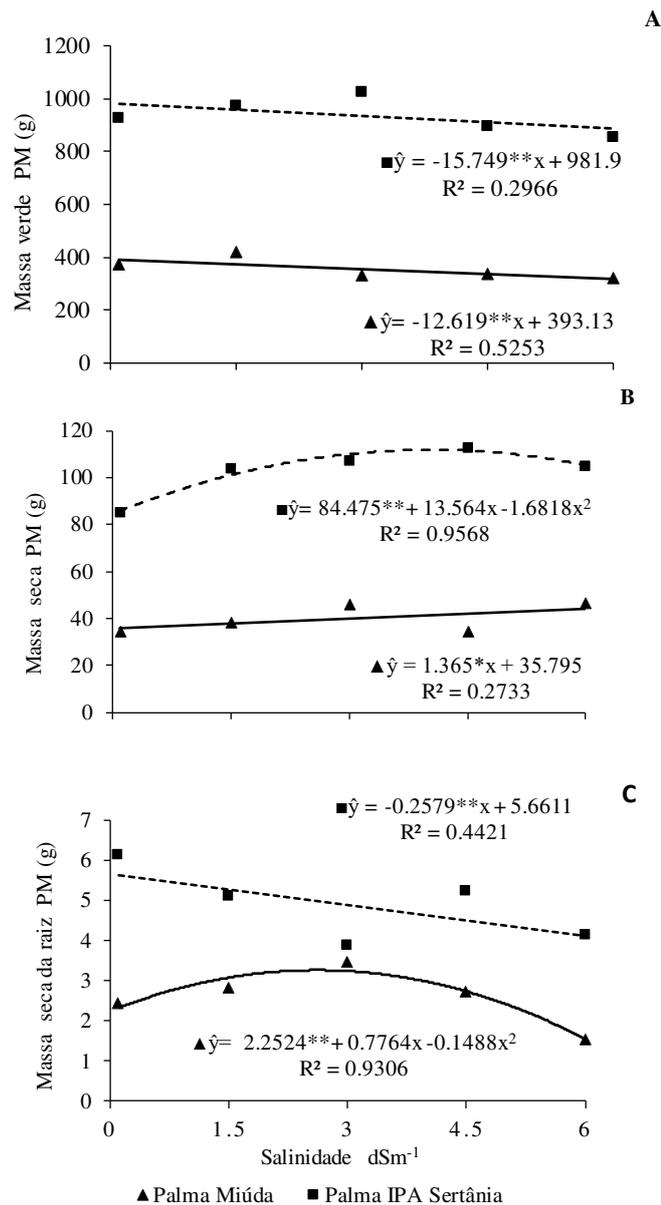


Figura 15-A massa verde da PM (A), massa seca PM (B) e massa seca da raiz PM (C) cultivado com os dois genótipos de palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), sob salinidade da água durante a produção de cladódios jovens.

Possivelmente a redução da massa verde PM, estão associadas ao efeito osmótico na planta, provocado pela elevação nas concentrações de sais no substrato, visto que a redução da fitomassa ocorre devido a diminuição do potencial osmótico da solução do solo, que reduz a disponibilidade de água para o vegetal e consequentemente a expansão dos tecidos dos vegetais propiciado um menor acúmulo de biomassa (SCHOSSLER, 2012). Também pode estar associado aos feitos tóxicos dos íons como Na^+ e Cl^- na fixação líquida de carbono e produção de fotossíntese (ARAÚJO *et al.*, 2010).

Silva et al. (2021), constataram que a massa verde e seca do cladódio da palma forrageira dos gêneros *Opuntia* e *Nopalea* reduziram como aumento nos níveis de salinidade da água (0,0; 5,0; 10; 15 e 20 dS m⁻¹), testando variedades até os 153 dias de cultivo. Pereira (2020) obteve a menor produção de massa verde com o maior nível de salinidade (7,80 dS m⁻¹). Ferreira (2018) verificou que o aumento da salinidade da água de irrigação (1,2; 1,8; 2,4; 3,0 e 3,6 dS m⁻¹) proporciona decréscimo linear da produção de fitomassa verde do cladódio (PM), e também da massa seca das raízes dos dois genótipos de palma forrageira do gênero *Opuntia*.

O aumento da massa seca do cladódio (PM) é uma resposta ao estresse salino. Plantas que sofrem um desequilíbrio osmótico geralmente apresentam um acúmulo de massa seca, devido aumento da concentração íons, açúcares e carboidratos dentro de suas células para manter o ajuste osmótico. Nessa condição, as plantas produzem solutos orgânicos reguladores do gradiente osmótico no citoplasma ou no vacúolo sendo capazes de produzir rendimentos aceitáveis em condições de salinidade (BARREIRO NETO *et al.*, 2017).

5.3.2 Variáveis fisiológica e morfológica cladódio (PM)

A irrigação com água salina aumentou o extravasamento de eletrólitos (E.E) e diminuiu a taxa de assimilação líquida (TAL) de forma diferenciada entre os genótipos verificado no efeito significativo da interação ($p \leq 0,05$). O comprimento do cladódio (CC) e a largura do cladódio (LC) matriz não foram influenciados pela interação e a salinidade de forma isolada, todavia, foi notado diferenças entre os genótipos. (Tabela 5), o que é comum, já que tem características morfológicas distintas.

Tabela 5- Resumo de análise variância para o extravasamento de eletrólitos (E.E) e taxa de assimilação líquida (TAL), comprimento do cladódio (CC) e largura do cladódio (LC), cultivado com os dois genótipos de palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), sob salinidade da água durante a produção de cladódios jovens.

Fonte variação	GL	QM			
		E.E (%)	TAL (gm ⁻² dia ⁻¹)	LC (cm)	CC (cm)
Salinidade	4	20.3839**	51.3706**	1.0684 ^{ns}	1.5767 ^{ns}
Genótipo	1	200.40020**	686.6099**	231.2540**	1222.0579**
Sal x Gen	4	14.3977**	18.2875**	0.0570 ^{ns}	2.9159 ^{ns}
Erro	36	3.1110	1.6572	0.557665	5.6721
Média		40.9432	16.1716974	12.5170	29.8210
CV (%)		4.31	7.96	5.97	7.99

ns, *, ** = não significativos, significativo a 1% e 5%, respectivamente. GL = grau de liberdade.

5.3.2.1 Extravasamento de eletrólitos e a taxa de assimilação líquida

O extravasamento de eletrólitos (E.E) apresentou um incremento linear com o aumento nos níveis de salinidades para ambos os genótipos testado, no entanto a palma IPA Sertânia demonstrou maiores valores de extravasamento de eletrólitos (E.E) diferenciando significativamente ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$) (Figura 16A).

A taxa de assimilação líquida (TAL) foi reduzida linearmente com o aumento dos níveis de salinidade testados (Figura 16B). Sendo mais acentuada para palma Miúda em relação palma IPA Sertânia.

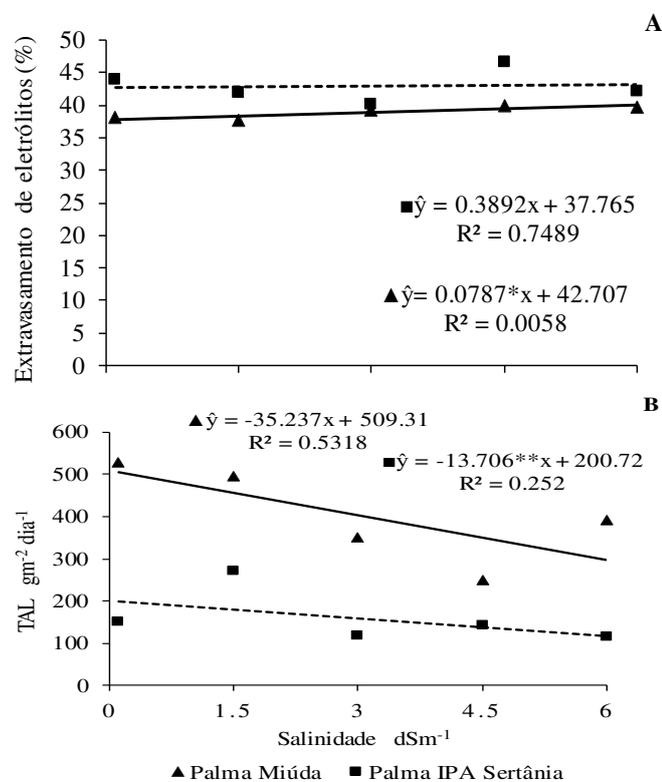


Figura 16 -Extravasamento de eletrólitos (E.E) e taxa de assimilação líquida (TAL) cultivado com os dois genótipos de palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), sob salinidade da água durante a produção de cladódios jovens.

A elevação da concentração de sais na água da irrigação provocou aumento no extravasamento de eletrólitos nos dois genótipos testado. Esse resultado permite inferir que o aumento dos níveis de salinidade causou danos na membrana plasmática da célula, consequentemente afetando seu desenvolvimento.

Brito et al. (2015) e Maia Júnior, et al. (2020) ressaltaram que o aumento extravasamento de eletrólitos está relacionado com aumento dos danos à membrana plasmática, indicando que as plantas estão sob condições de estresse. Resultados similares também foram

observados por Cruz, et al. (2019), ao avaliarem o crescimento inicial do milho sob estresse salino, com o aumento do dano à membrana plasmática. Da mesma, foi validado por Silva et al. (2022), que constataram aumento proporcional no extravasamento de eletrólitos com o aumento dos níveis salinos.

Resultados observado por Pereira (2020), em estudo com palma forrageira da espécie Orelha de Elefante Mexicana, destacou que o aumento da salinidade da água de irrigação, acarreta a ruptura da integridade e aumento da permeabilidade das membranas plasmáticas.

Para a taxa de assimilação líquida foi observado no presente estudo, que o aumento dos níveis de salinidade comprometeu a taxa de assimilação líquida dos dois genótipos testados, esse aumento interferiu nos processos fisiológicos e metabólicos das plantas, provocando diminuição do seu crescimento. Elevados teores de sais no solo proporcionam redução da condutância estomática, o que causa a diminuição da pressão parcial de CO₂ intercelular, influenciando negativamente na assimilação de CO₂, além disso, reduz as atividades enzimáticas responsáveis pela respiração e fotossíntese, dessa foram implicando diretamente nos processos de diferenciação celular do vegetal e consequência no crescimento da planta (ANGELOCCI, 2002; TAIZ & ZEIGER, 2004; NASCIMENTO *et al.*, 2015).

Bosco et al. (2009) verificaram reduções nas taxas de assimilação líquida, no cultivo de berinjela quando submetida a níveis extremos de CE de 14,10 dS m⁻¹. Brito et al. (2018), ao avaliarem a combinação copa-porta-enxertos de citros, observaram que taxa de assimilação foi comprometida em alguns genótipos irrigados com água a partir de CE 4,0 dS m⁻¹.

Da mesma maneira foi verificado nesse estudo entre os genótipos testados, a palma Miúda demonstrou uma maior taxa de assimilação líquida em relação a palma IPA Sertânia. Mesmo tendo uma redução com o aumento dos níveis de salinidade, quando comparado com palma IPA Sertânia seus valores foram superiores, isso pode inferir que a palma Miúda tem maior capacidade de tolerar a água salina que a palma IPA Sertânia.

5.3.2.2 Variáveis o comprimento e largura do cladódio (PM)

O comprimento e largura PM não foram afetados pela salinidade, houve diferença significativo nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$), entre os genótipos, a palma IPA Sertânia apresentou médias superiores em relação palma Miúda tanto para comprimento quanto para largura (Figura 17A e 17B).

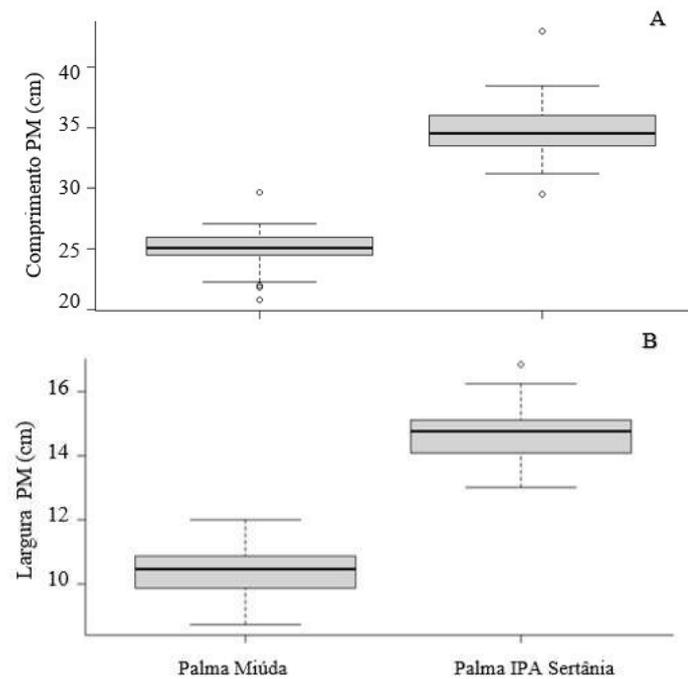


Figura 17 -Médias do comprimento cladódio PM, Médias largura cladódio PM, cultivado com os dois genótipos de palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), sob salinidade da água durante a produção de cladódios jovens.

A diferença das médias de largura entre genótipos, ocorreu devido as variedades terem potencial produtivo distintos, visto que não houve diferença significativo nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$), para fator salinidade. Corroborando com os resultados de Fonseca (2017) e Ferreira (2018), que observaram que não houve efeitos significativo para as variáveis o comprimento e largura do cladódio quando submetido a altos níveis de salinidade. Da mesma forma foi verificado por Freire et al. (2018), para comprimento dos cladódios.

No entanto, Murilo-Amador et al. (2001), avaliaram os efeitos da salinidade sobre o crescimento e produção de nopalitos de *Opuntia cv. Copena*, e constataram que, em geral, todas as variáveis (área de caule, número, comprimento e largura de cladódios e massas fresca e seca) diminuiriam com o aumento da salinidade. No entanto, Fonseca et al. (2019) ressaltam que a irrigação promove aumento no rendimento da palma forrageira, mesmo sendo com água salina, permite seu desenvolvimento.

Santos et al. (2020) destacam que é possível produzir matéria seca de palma forrageira com a água de média condutividade elétrica. Todavia, o uso de água salina para a irrigação das culturas agrícolas requer práticas e manejos adequados, como a seleção de culturas tolerantes à salinidade, à adoção de estratégias de aplicação, que evite o acúmulo de sais no solo e/ou mantenha em concentração abaixo da tolerada pela cultura explorada (DIAS *et al.*, 2016).

Portanto, compreender os diversos fatores envolvidos na agricultura bioassalada é primordial para a sua praticabilidade, desse modo, se faz necessário novos estudos para aprimorar o conhecimento quanto ao uso de água salina para irrigação de palma forrageira.

6. CONCLUSÕES

A salinidade reduz a produção de brotos a partir de 3,0 dS m⁻¹ nos dois genótipos de palma forrageira.

A palma da miúda possui melhor desempenho para as variáveis em relação IPA Sertânia: número de brotos e massa verde e seca dos brotos.

A palma IPA Sertânia é mais sensível à salinidade da água e no substrato.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, I. V. B.; SOUZA, J. T. A.; BATISTA, M. C. Melhoramento genético de plantas forrageiras xerófilas Revisão. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.13, p. 153, 2019.

ANGELOCCI LR. **Água na planta e trocas gasosas/energéticas com a atmosfera: Introdução ao tratamento biofísico**. Piracicaba: 2002, 272p.

ARAÚJO, C. A. S.; RUIZ, H. A.; CAMBRAIA, J.; NEVES, J. C. L.; FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J. Seleção varietal de *Phaseolus vulgaris* quanto à tolerância ao estresse salino com base em variáveis de crescimento. **Revista Ceres**, v. 57, n.1, p. 132-139, 2010.

BARREIRO NETO, M.; F, P. D.; GHEYI, H. R.; LACERDA, J. T.; CARVALHO, R. A. Índices fisiológicos em genótipos de abacaxizeiro sob estresse salino. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.11, n.6, p.89-99, 2017.

BATISTA, M. J.; NOVAES, F.; SANTOS, D. G.; SUGUINO, H. H. Drenagem como Instrumento de Dessalinização e Prevenção da Salinização de Solos. 2.ed., **Revista e ampliada**. Brasília: CODEVASF, 216p, 2002.

BOSCO, M. R. O.; OLIVEIRA, A. A. B.; HERNANDEZ, F. F. F.; LACERDA, C. F. Efeito do NaCl sobre o crescimento, fotossíntese e relações hídricas de plantas de berinjela. **Revista Ceres**, v. 56, n. 3, p. 296-302. 2009.

BRAVO FILHO, E. S.; SANTANA, M. C.; SANTOS, P. A. A.; RIBEIRO, A. S. ‘Levantamento etnobotânico da família Cactaceae no estado de Sergipe’. **Revista Fitos Eletrônica**, v. 12, n. 1, p. 41-53, 2018.

BRITO, C. H.; LOPES, E. B.; ALBUQUERQUE, I. C.; BATISTA, J. L. Avaliação de produtos alternativos e pesticidas no controle da cochonilha-do- carmim na Paraíba. **Revista De Biologia e Ciências Da Terra**, v. 8, n. 2, 2008.

BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. DOS A.; SOARES FILHO, W. DOS S.; SUASSUNA, J. F. Screening of citrus scion-rootstock combinations for tolerance to water salinity during seedling formation. **Acta Scientiarum – Agronomy**, v. 43, p. e48163, 2021. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v43i1.48163>

BRITO, M. E. B.; SOARES, L. A. dos A.; LIMA, G. S. de; SÁ, F. V. da S.; ARAÚJO, T. T.; SILVA, E. C. B. da. Crescimento e formação de fitomassa do tomateiro sob estresse hídrico nas fases fenológicas. **Irriga**, v. 20, n. 1, p.139–153, 2015.

BRITO, M. E.B.; SOARES, L. A. A.; SOARES FILHO, W. S.; FERNANDES, P. D.; SILVA, E. C. B.; SÁF, V. S.; SILVA, L. A. Emergência e morfofisiologia de mudas de tangerina Sunki e outros genótipos cítricos sob estresse salino. **Revista Espanhola de Pesquisa Agrícola**, v. 16, n. 1, p. 0801, 2018.

BUAINAIN, A. M.; DEDECCA, C. **A nova cara da pobreza rural: desenvolvimento e a questão regional**. Brasília: IICA, 2013. 540 p. (Série Desenvolvimento Rural Sustentável, v. 17).

CALLEJAS, N. J.; MATUS, J. G.A.; GARCÍA, J. A S.; MARTÍNEZ, M. Á. J. M.; SALAS, M.G. Situación actual y perspectivas de mercado para da tuna, el nopalito y derivados en el estado de México. **Agrociência**, México, v.43, p. 73-82, 2009.

CAMELO, T. C. **Produtividade e aporte de nutriente em palma forrageira „Gigante“ irrigada com água residuária**. 2018. 36f. Dissertação (Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - Campus Guanambi, Guanambi, BA, 2018.

CÂNDIDO, M. J. D.; GOMES, G. M. F.; LOPES, M. N. Cultivo de palma forrageira para mitigar a escassez de forragem em regiões semiáridas. **Informe Rural Etene**. v.7, n.3, p. 1-7, 2013.

CARMONA, F. C. **Salinidade da água e do solo e sua influência sobre o arroz irrigado**. 2011. 116f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

CARVALHO, B. M.; EDVAN, R. L.; CARVALHO, M. L. A. M.; REIS, A. L. A.; NASCIMENTO, R. R. Uso de cactáceas na alimentação animal e seu armazenamento após colheita. **Archivos de Zootecnia**, v. 67, n. 259, p. 440-446, 2018.

CERQUEIRA, P. R. S.; LACERDA, C. F.; ARAUJO, G. G. L.; GHEYI, H. R.; SIMÕES, W. L. **irrigada em ambientes salinos** editores técnicos, Brasília: CODEVASF, 2021. 363 p.
CRUZ, R. M. S., DE JESUS, R. A., DE SOUZA, M. P. F., CAGNINI, C., SABEC, G. Z., SAVOLDI, T. L., & DE SOUZA, S. G. H. Crescimento inicial e resposta estomática de milho pipoca (zea mays everta) sob estresse salino. **In Colloquium**, v.15, n. 1, p. 15-26, 2019.

CUNHA, R. R .da. **Avaliação das características do solo em cultivo de palma forrageira irrigada com águas salinas**. 2018. 104f. Dissertação Manejo de Solo e Água do Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró/RN, 2018.

DANTAS, S. F. A.; LIMA, G. F. C.; MOTA, E. P. Viabilidade econômica da produção de palma forrageira irrigada e adensada no semiárido potiguar. **Revista IPECEGE**, v. 3, n. 1, p. 59-74, 2017.

DIAS, N. S.; Blanco, F. B.; Souza, E. R.; Ferreira, J. F. S.; Sousa Neto, O. N.; Queiroz, I. S. R. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza, CE: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2016. v. 2, cap.11, p. 151-162.

DOMINGOS, T. **O Chef do Sertão**: reinventando o Sertão. Nossa Senhora da Glória: Lumia Design, 2017. 171p.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; ARAÚJO FILHO, J. T.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; PESSOA, R. A. S. Potential of cactus pear in South America. **Cactusnet Newsletter**, v. 13, p. 29-40, 2013.

FARIAS, S. G. G. **Estresse osmótico na germinação, crescimento e nutrição mineral de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.))**. 2008. 61f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Campina Grande. Brasil, 2008.

FERRAZ, A. P. F. **Avaliação de clones de palma forrageira no Agreste e Sertão de Pernambuco**. 2018. 148f. Tese (Doutorado em Zootecnia) -Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife-PE, 2018.

FERREIRA, A. A. **Produção de cultivares de palma forrageira sob níveis de salinidade da água e adubação orgânica**. 2018. 42f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) Universidade Federal de Campina Grande. Pombal, PB, 2018.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons**. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FONSECA, F. V. A.; SANTOS, M. R.; SILVA, J. A. DONATO, S. L. R.; RODRIGUES, C.S.; BRITO, C. F. B. Morpho-physiology, yield, and water-use efficiency of *Opuntia ficusindica* irrigated with saline water. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 41, 2019.

FONSECA, V. A. **Estratégia de utilização de água salina no cultivo de palma forrageira ‘gigante’**. 2017. 53f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) – Instituto Federal Baiano, Guanambi, 2017.

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.

FREIRE, J. L. O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J. 2014 Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 82-91, 2014.

FREIRE, J. L.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; BEZERRA NETO, E.; LIRA, M. A.; CUNHA, M. V.; SANTOS, D. C. SILVANIA O. DE AMORIM, S. O.; MELLO, A. C. L. C. Growth of cactus pear cv. Miúda under different salinity levels and irrigation frequencies. **Agrarian Sciences**, v.90, n.4, p. 3893-3900, 2018.

GHEYI, H. R.; DIAS, N. DA S.; LACERDA, C. F. **Manejo de salinidade na agricultura: estudos básicos aplicados**. Fortaleza: INCT Sal, 2010. 472p.

GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicados**. 2.ed. Fortaleza, Editores: INCTSal, 2016. 504p.

LEAL, I. G.; ACCIOLY, A. M. A.; NASCIMENTO, C. W. A.; FREIRE, M. B. G. DOS S.; MONTENEGRO, A. A. de A.; FERREIRA, F. de L. Fitorremediação de solo salino sódico por *Atriplex nummularia* e gesso de jazida. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1065- 1072, 2008.

LIMA, G. F. C.; RÊGO, M. M. T.; DANTAS, F. D. G.; LÔBO, R. N. B.; SILVA, J. G. M.; AGUIAR, E. M. Morphological characteristics and forage productivity of irrigated cactus pear under different cutting intensities. **Revista Caatinga, Mossoró**, v. 29, n. 2, p. 481 - 488 2016.

LIMA, G. F. C.; RÊGO, M. M. T.; DANTAS, F. D. G.; LÔBO, R. N. B.; SILVA, J. G. M.; AGUIAR, E. M. Morphological characteristics and forage productivity of irrigated cactus pear under different cutting intensities. **Revista Caatinga, Mossoró**, v. 29, n. 2, p. 481 – 488, 2016.

LIMA, G. F. DA C.; REGO, M.; TELES, M.; DANTAS, F. D. G.; LÔBO, R. N. B.; SILVA, J. G. M. D.; AGUIAR, E. M. D. Morphological characteristics and forage productivity of irrigated cactus pear under different cutting intensities. **Revista Caatinga**, v.29, p.481-488, 2016.

LIMA, G. F. DA C.; WANDERLEY, A. DE M.; GUEDES, F. X.; REGO, M. M. T.; DANTAS, F. D. G.; SILVA, J. G. M DA; NOVAES, L. P; AGUIAR, E. M DE. **Palma forrageira irrigada e adensada: uma reserva forrageira estratégica para o Semiárido Potiguar**. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte - EMPARN, Parnamirim, Rio Grande do Norte, 2015. Embrapa Semiárido (Documento 45).

LIMA, W. B. DE, ARAÚJO, J. S., CHAVES, L. H. G., VIEIRA, M. F., CARNEIRO, P. T., FERNANDES, J. D., SOUSA, C. DOS S., & GOMES, V. DOS S. Produtividade de palma forrageira irrigada com águas salinizadas em solos da região semiárida. **Semina: Ciências Agrárias**, v.43, n.1, p.37–50, 2022.

LIMA, W. B.; CHAVES, L. H. G.; ARAÚJO, J. S.; VIEIRA, M. F.; CAVALCANTE, A. R. Cultivo de palma miúda irrigada com águas salinizadas em diferentes solos do semiárido paraibano. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 76^a., 2019, Palmas/TO. **Anais [...]**. Palmas: CONFEA - conselho federal de engenharia e agronomia, 2019. v.1.

LIRA, M. A. **Palma Forrageira: Cultivo e Usos oportunidades**. Recife: Editora do IPA, 2017. v. 7, 58p.

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.

MACÊDO, A. J. S.; CESAR NETO, J. M.; OLIVEIRA, L. B.; EDVAN, R. L.; EDSON MAURO SANTOS, E. M. A cultura da palma, origem, introdução, expansão, utilidades e perspectivas futuras: Revisão de Literatura. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 8, p. 62967-62987, 2020.

MAIA JÚNIOR, S. D. O., DE ANDRADE, J. R., DO NASCIMENTO, R., DE LIMA, R. F., & VASCONCELOS, G. N. Induction of tolerance to salt stress in tomato seeds primed with salicylic acid. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 13, p. 6402-1, 2020.

MATOS, F. S.; ROCHA, E. C.; CRUVINEL, C. K. L.; RIBEIRO, R. A.; RIBEIRO, R. P.; TINOCO, C. F. Desenvolvimento de mudas de pinhão-mansão irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p. 947-954, 2013.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MEDEIROS, P. R. F.; DUARTE, S. N.; UYEDA, C. A.; SILVA E. F. F.; MEDEIROS, J. F. Tolerância da cultura do tomate à salinidade do solo em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.1, p.51–55, 2012.

MELO, R. F. de VOLTOLINI, T. V. **Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido. Editores técnicos**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 467 p.

MUNNS, R. Genes e tolerância ao sal: reunindo-os. **New Phytologist**, v. 167, p. 645–663, 2005.

MUNNS, R.; Tester, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Revisão Anual de Biologia Vegetal**, v.59, p. 651-681,2008.

MUNNS, R.; GILLIHAM, M. Salinity tolerance of crops—what is the cost? **New phytologist**, v. 208, n. 3, p. 668-673, 2015.

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

NASCIMENTO, I. B.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, S. S. V.; LIMA, B. L. C.; SILVA, J. L. A. Desenvolvimento inicial da cultura do pimentão influenciado pela salinidade da água de irrigação em dois tipos de solos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.11, n. 1, p. 37-43, 2015.

NETO, J. P.; SOARES, P. C.; BATISTA, A. M. V.; ANDRADE, S. F. J.; ANDRADE, R. P. X.; LUCENA, R. B.; GUIM, A. Balanço hídrico e excreção renal de metabólitos em ovinos alimentados com palma forrageira (*Nopalea cochenillifera Salm Dyck*), **Revista Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 36, n. 4, p. 322-328, 2018.

NEVES, F. L.; SPÍNOLA, A. M.; CHAGAS, M. C. M.; NEVES, J. D. C.; KÜSTER, I. S.; FIGUEIREDO, M. R. P.; OLIVEIRA, F. S.; OLIVEIRA, E. F. PEREIRA, S. L. **Palma-forrageira: opção e potencialidades para alimentação animal e humana em propriedades rurais do Estado do Espírito Santo**. Vitória, ES: INCAPER, 2020. 52 p.

NOVA, S. R. M. V.; BARROS, J. G.; PAIXÃO, A. E. A.; TONHOLO, J.; BEGER UCHOA, S. B.B. Palma Forrageira: Seu Uso Em Alimentação E Novas Oportunidades De Negócios De Elevado Valor Agregado. **Cadernos de Prospecção**, v. 10, n. 4, p. 738-753, 2017.

NUNES, C. S. Uso e aplicações da palma forrageira como uma grande fonte de economia para o semiárido nordestino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 1 p. 58-66, 2011.

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.

PEDROTTI A.; CHAGAS, R. M.; RAMOS, V. C.; PRATA, A P. N.; LUCAS, A. A. T.; SANTOS, P. B. Causas e consequências do processo de salinização. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. v. 19, n. 2, p. 1308- 1324, 2015.

PERAZZO, A. F.; SANTOS, E. M.; PINHO, R. M. A.; CAMPOS, F. S.; RAMOS, J. P. DE F.; AQUINO, M. M.; SILVA, T. C.; BEZERRA, F. C. Características agronômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Ciência Rural**, v.43, n.10, p.1771-1776, 2013.

PEREIRA, M. O. **Desempenho agrônômico da palma forrageira sob lâminas de irrigação e níveis de salinidade da água**. 2020. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2020.

PEREIRAZ, E. M.; PEREIRA, F. H.F.; LINS, H. A.; ALBUQUERQUE, J. R. T. FERREIRA, A. A. Fontes de esterco e concentrações de nutrientes na solução nutritiva na produção e qualidade de brotos de palma forrageira. **Revista Verde** (Mossoró – RN), vol. 7, n. 4, p.226 – 231, out-dez, 2012.

PORTO FILHO, F. Q. MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; SOUSA, P. S.; DANTAS, D. C. Evolução a salinidade e do pH de um solo sob cultivo de melão irrigado com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 11, p. 1130-1137, 2011.

PORTO, E. R.; HERMES, L. C.; FERREIRA, R. S.; VEIGA, H. P.; SAIA, A. **Agricultura bioassalina: desafios e alternativas para o uso de águas salobras e salinas no semiárido brasileiro** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2019. (38p.) – (Documentos / Embrapa Meio Ambiente, 1516-4691; 121).

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p. FAO. Estudos Irrigação e Drenagem, 48.

ROCHA, J. E. S. **Palma forrageira no Nordeste do Brasil: o estado da arte Dados eletrônicos**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2012. 40 p.: il. — (Documentos / Embrapa Caprinos e Ovinos, ISSN 1676-7659, 106).

RODRÍGUEZ, E. S.; RUBIO-WILHELMI, M. M.; CERVILLA, L. M.; BLASCO, B.; RIOS, J. J.; ROSALES, M. A.; ROMERO, L.; RUIZ, J. M. Genotypic differences in some physiological parameters symptomatic for oxidative stress under moderate drought in tomato plants. **Plant Science**, v. 178, n. 1, p. 30- 40, 2010.

SANTOS, A. N.; SILVA, Ê. F. de F. E.; SOARES, T. M.; DANTAS, R. M. L.; SILVA, M. M. Produção de alface em NFT e Floating aproveitando água salobra e o rejeito da dessalinização. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, p. 319-326, 2011.

SANTOS, B. dos; FERREIRA, P. A.; OLIVEIRA, F. G. de; BATISTA, R. O.; COSTA, A. C.; CANO, M. A. O. Produção e parâmetros fisiológicos do amendoim em função do estresse salino. **Revista Idesia**, v. 30, p. 69-74, 2012.

SANTOS, M. R dos; SILVA, A. J. P. da.; FONSECA, V. A.; CAMPOS, A. R. F.; LISBOA, M. de. A. Irrigação na palma forrageira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.38, n.296, p.00-00, 2017.

SANTOS, N. S.; SILVA, J. C. S.; PEREIRA, S. W.; JOSÉ LEANDRO ROCHA MELO, J. L. R.; LIMA, K. V.; LIMA, D. O.; LIMA, K. F.; ALMEIDA, R. S. Crescimento da palma forrageira sob estresse salino e diferentes lâminas de irrigação. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 5, n. 1, p.9452, 2020.

SCHOSSLER, T. S.; MACHADO1, D. M.; ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R. PIAUILINO, C.A. Salinidade: efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, 2012.

SILVA, C. C.; MENEZES, A. S.; ARAGÃO, M. F.; PINHEIRO NETO, L. G.; MOREIRA, F.J. C.; SAMPAIO, G. M. Initial growthof forage cactusvarieties under different water salinity levels. **Irriga**, Botucatu, v. 26, n. 1, p. 55-64, 2021.

SILVA, J. O. N. da.; SANTOS, J. P. A. S.; SALVADOR, K. R. da S.; LEITE, R. M. C.; AVIZ, R. O. de.; SILVA, N. S. G da.; AMARAL, E. M.; LEITE, M. L. de M. V. O. uso da irrigação com água salina pode reduzir o déficit de forragem no semiárido brasileiro?. **Investigação, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 11, n. 5, p.45611528357, 2022.

SILVA, P. S. F. **Comportamento e caracterização de clones de palma forrageira sob diferentes condições de cultivo**. 2019. 102f.Tese (Doutorado Forragicultura) – Programa de

Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil, 2019b.

SILVA, R. H. D. **Crescimento de palma forrageira irrigada com água salina**. 2017. 56f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 2017.

SILVA, J. R. I.; JARDIM, A. L. DA R. F.; NETO, J. B.; LEITE, M. L. DE M. V.; TEIXEIRA, V. I. Estresse salino como desafio para produção de plantas forrageiras. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, v.11, n.3, p.127-139, 2018.

SILVA, R. R.; SAMPAIO, E. V. S. B. Palmas forrageiras *Opuntia fícus-indica* e *Nopalea cochenillifera*: sistemas de produção e usos. **Revista GEAMA**, Recife, v.1, n.2, 2015.

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

SILVA, M.S. **Caracterização físico-química de diferentes comprimentos de cladódios das palmas *Opuntia tuna* (L.) Mill. E *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck, sob níveis de biofertilizantes**. 2019. 70 f. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) - Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil, 2019a.

SOBRAL, L. F.; VIEGAS, P. R. A.; SIQUEIRA, O. J. W. de; ANJOS, J. L. dos; BARRETTO, M. C. de V.; GOMES, J. B. V. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no estado de Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 251p.

SOUZA, L. de P.; SOARES, L. A. dos A.; LIMA, G. S de.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; ANDRADE, A. B. A de. Fitomassa e produção de algodoeiro cv. BRS Jady cultivado com águas salinas e doses de esterco bovino. **Revista Verde de Agroecologia**, v. 11, n. 4, p. 85-90, 2016.

SOUZA, L. M.; SILVA, M. M. A.; ARAÚJO, J. S. **Aclimatização de mudas de palma forrageira**. Campina Grande: INSA, 2015. 18p.

SUDENE. **Delimitação do Semiárido 2021**. Recife: Sudene, 2021.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**, 3ed. Porto Alegre: Artmed. 719p. 2004.

VAARIO, L.M.; YRJALA, K.; ROUSI, M.; SIPILA, T.; PULKKINEN, P. Leaf number indicates salt tolerance of young seedling families of European aspen (*Populus tremula* L.) growing in different soils. **Silva Fennica**, v. 45, p. 19-33, 2011.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, p. 1-23, 2010.