

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
CURSO DE AGRONOMIA

IMPACTOS DE LÂMINAS, FREQUÊNCIAS E CLONES SOBRE A EFICIÊNCIA DO
USO DOS RECURSOS NATURAIS PELA PALMA FORRAGEIRA

SERRA TALHADA
PERNAMBUCO – BRASIL
2020

RAYLES MAYARA MOREIRA CHAGAS

IMPACTOS DE LÂMINAS, FREQUÊNCIAS E CLONES SOBRE A EFICIÊNCIA DO
USO DOS RECURSOS NATURAIS PELA PALMA FORRAGEIRA

Trabalho de Conclusão do Curso apresentada à
Coordenação do Curso de Engenharia
Agrônômica da Universidade Federal Rural de
Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de
Serra Talhada (UAST), como requisito parcial
para obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo.

Orientador: Prof. DSc. Thieres George Freire
da Silva.

SERRA TALHADA
PERNAMBUCO – BRASIL
2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- C433i Chagas, Rayles Mayara Moreira
Impactos de lâminas, frequências e clones sobre a eficiência do uso dos recursos naturais pela palma forrageira /
Rayles Mayara Moreira Chagas. - 2020.
36 f. : il.
- Orientador: Thieres George Freire da Silva.
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em
Agronomia, Serra Talhada, 2020.
1. Radiação. 2. Água. 3. Fotossinteticamente. 4. Opuntia. 5. Nopalea. I. Silva, Thieres George Freire da, orient. II.
Título

RAYLES MAYARA MOREIRA CHAGAS

IMPACTOS DE LÂMINAS, FREQUÊNCIAS E CLONES SOBRE A EFICIÊNCIA DO
USO DOS RECURSOS NATURAIS PELA PALMA FORRAGEIRA

Trabalho de Conclusão do Curso apresentada à
Coordenação do Curso de Engenharia
Agrônômica da Universidade Federal Rural de
Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de
Serra Talhada (UAST), como requisito parcial
para obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo.

Orientador: Prof. DSc. Thieres George Freire
da Silva.

Aprovada em 27 de Janeiro de 2020

Banca Examinadora

Prof. DSc. Thieres George Freire da Silva – UFRPE/UAST
Orientador

MSc. Hygor Kristoph Muniz Alves – UFRPE/UAST
Examinador

MSc. Antonio Gebson Pinheiro – UFRPE/UAST
Examinador

SERRA TALHADA
PERNAMBUCO – BRASIL
2020

A meu pai, José Carlos da Silva Chagas, a minha mãe, Rita de Cássia Moreira Chagas, a minha irmã, Rayana Michele Moreira Chagas, ao meu sobrinho Luiz Henrique Moreira Hipólito, com todo o meu amor, orgulho, respeito e admiração. Vocês são a inspiração da minha vida, amo muito vocês.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, por me proporcionar fé e por ter me dado saúde e força para superar todas as dificuldades encontradas.

Aos meus pais, José Carlos da Silva Chagas e Rita de Cássia Moreira Chagas, pelos ensinamentos, por incentivarem, acreditarem e lutarem juntos comigo para a realização desse sonho. Meu amor por vocês é incondicional!

A minha irmã, Rayana Michele Moreira Chagas, pelo amor, carinho e incentivos.

Ao meu sobrinho, Luiz Henrique Moreira Hipólito, pelos muitos momentos de alegria. Amo imensamente você!

Ao meu namorado, Thiago Teles Leite, por tudo que representa em minha vida, pelo amor e carinho. Por despertar em mim a vontade de ser uma pessoa melhor a cada dia que estamos juntos. Te amo!

Ao meu orientador e professor Thieres George Freire da Silva, por ter se permitido acreditar em mim, pelos grandes ensinamentos, oportunidades oferecidas que me fizeram crescer como profissional e como pessoa, por toda dedicação, paciência, por todas as palavras de amizade e apoio quando me encontrava perdida academicamente, e por ser esse grande profissional, um exemplo a ser seguido.

À minha amiga, Aline Luz, pela verdadeira amizade, por cuidar de mim como uma mãe, pelos momentos vivenciados, pelas palavras ditas nos momentos de maior angústia, por ser essa pessoa de um coração tão bom.

À Luana Silva, pessoa que ao longo dessa jornada, enfrentou junto comigo inúmeras dificuldades, se tornando uma irmã durante esse tempo, a qual tenho um grande apreço e torço bastante pelo sucesso de cada uma.

À minha amiga, Raquele Lira, que surgiu como um anjo na minha vida, por tudo que fez por mim durante esses anos de convivência. Que sempre se fez presente nos momentos mais delicados dessa caminhada.

Ao meu amigo, Renan Leite pela amizade, conselhos, incentivos e por ter me ajudado em mais uma etapa da minha carreira acadêmica, você é uma das pessoas mais importantes da minha vida, não importa a distância, sempre estarei com você.

Ao meu amigo e fisioterapeuta, Paulo Tadeu, por sua amizade conselhos, incentivos e por ter me ajudado em um momento muito delicado durante minha graduação.

A todos que fazem parte do Grupo de Agrometeorologia no Semiárido (GAS), pelos momentos compartilhados, contribuições, responsabilidades, risos, conversas e por terem se tornando uma verdadeira família. Vocês foram indispensáveis para a conclusão desse trabalho.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade acadêmica de Serra Talhada, pela infraestrutura oferecida e aos técnicos pelo apoio.

A Graduação em Agronomia pelas inúmeras oportunidades de crescimento profissional. A todos os professores do curso pelos ensinamentos e contribuições.

Aos professores, Carlos Alberto e João Amorim, por toda ajuda durante a graduação, como professores e amigos, meu muito obrigada, nunca serei capaz de agradecer por tudo que fizeram.

Aos meus colegas e amigos de turma pelos momentos vivenciados, alegrias compartilhadas e trabalhos desenvolvidos. Vocês são demais!

Aos colegas e amigos que fazem parte do PGPV, pelos momentos vivenciados durante as pesquisas e produções acadêmicas.

Aos funcionários da SOLL, pelos diversos serviços prestados ao longo da graduação.

Muito obrigado!

“De uma coisa podemos ter certeza: De nada adianta querer apressar as coisas; tudo vem ao seu tempo, dentro do prazo que lhe foi previsto, mas a natureza humana não é muito paciente. Temos pressa em tudo, aí acontecem os atropelos do destino, aquela situação que você mesmo provoca por pura ansiedade.... Mas basta acreditar que Nada Acontece Por Acaso!!!”

Paulo Coelho

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa do Brasil com delimitação climática e índices pluviométricos. Fonte: Adaptado de Alvares et al. (2013)----- 16
- Figura 2.** Localização área do cultivo de palma forrageira, cultivada em vasos no Centro de Referência Internacional de Estudos Agrometeorológicos de Palma e Outras Plantas Forrageiras (UFRPE/UAST), município de Serra Talhada-PE, Semiárido brasileiro vista aérea (destaque em vermelho), Fonte: Adaptado do Google Maps. ----- 21
- Figura 3.** Croqui da área experimental, com disposição dos tratamentos em campo. ----- 22
- Figura 4.** Elementos meteorológicos ao longo do período experimental no ano de 2018, em Serra Talhada - PE ----- 23
- Figura 5.** Entradas (precipitação e irrigação) nas frequências de irrigação (7, 14, 21 e 28 dias) sobre os clones de palma forrageira (Orelha de Elefante Mexicana e Miúda) irrigados com lâminas de 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 L.----- 24
- Figura 6.** Efeito da lâmina de irrigação (0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 L) sobre as variáveis de eficiência do uso dos recursos naturais (eficiência do uso da água (A), radiação fotossinteticamente ativa interceptada (B) e eficiência do uso da radiação (C)) de clones de palma forrageira (Orelha de Elefante Mexicana e Miúda) irrigados a cada 7, 14, 21 e 28 dias. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si estatisticamente ($p>0,05$) pelo teste de Tukey. ----- 27
- Figura 7.** Efeito da frequência de irrigação (7, 14, 21 e 28 dias) sobre as variáveis de eficiência do uso dos recursos naturais (eficiência do uso da água (A), radiação fotossinteticamente ativa interceptada (B) e eficiência do uso da radiação) de clones de palma forrageira (Orelha de Elefante Mexicana e Miúda) irrigados com lâminas de 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 L. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si estatisticamente ($p>0,05$) pelo teste de Tukey. ----- 28

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Características físico-químicas do Cambissolo Háptico da área experimental na profundidade de 0,00 a 0,20 m.21
- Tabela 2.** MANOVA (multivariate analysis of variance) das variáveis de eficiência do uso dos recursos naturais (eficiência do uso da água, radiação fotossinteticamente ativa interceptada e eficiência do uso da radiação) para clones de palma forrageira (Orelha de Elefante Mexicana e Miúda) sob diferentes lâminas (0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 L) e frequências de irrigação (7, 14, 21 e 28 dias).27
- Tabela 3.** MANOVA (multivariate analysis of variance) das variáveis de eficiência do uso dos recursos naturais (eficiência do uso da água, radiação fotossinteticamente ativa interceptada e eficiência do uso da radiação) para clones de palma forrageira (Orelha de Elefante Mexicana - OEM e Miúda - MIU) sob diferentes lâminas (0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 L) e frequências de irrigação (7, 14, 21 e 28 dias).29
- Tabela 4.** Interação lâmina (0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 L) e frequência (7, 14, 21 e 28 dias) sobre a eficiência do uso dos recursos naturais (eficiência do uso da água - EUA, radiação fotossinteticamente ativa interceptada - RFA_{inter} e eficiência do uso da radiação - EUR) para clones de palma forrageira (Orelha de Elefante Mexicana e Miúda).29

SUMÁRIO

Resumo.....	12
Abstract.....	13
1- INTRODUÇÃO	14
2- REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Caracterização ambiental.....	15
2.2 Palmas forrageiras e uso no Semiárido.....	17
2.3 Práticas de irrigação.....	19
3- OBJETIVOS	20
3.1 Objetivo Geral	20
3.1.1 Objetivos Específicos.....	20
4- MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1 Localização e caracterização da área experimental.....	20
4.2 Manejo da cultura e delineamento experimental da área	22
4.3 Monitoramento da precipitação e aplicação da irrigação	23
4.4 Avaliação das características de biomassa e da eficiência do uso dos recursos naturais da palma forrageira.....	25
4.5 Análise estatística	26
5- RESULTADOS	26
6- DISCUSSÃO.....	30
7- CONCLUSÕES.....	32
8- REFERÊNCIAS	33

Resumo - Como alternativa de mitigar o elevado déficit hídrico dos ambientes semiáridos e, buscando melhor uso dos recursos naturais de forma eficiente, a utilização de culturas adaptadas como a palma forrageira e a utilização de irrigação, torna-se uma alternativa promissoras para essas regiões. Assim, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes frequências e lâminas de irrigação, sobre o desempenho das variáveis de eficiência do uso dos recursos naturais, visando estabelecer uma relação em decorrência da disponibilidade hídrica sobre as condições do semiárido pernambucano. O experimento foi conduzido em Serra Talhada, Pernambuco, Brasil, sendo o delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), em sistema fatorial, compostos por dois clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Miúda, quatro lâminas de irrigação: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 litros por vaso e quatro frequências de irrigação: 7, 14, 21 e 28 dias, mais a condição de sequeiro, com cinco repetições cada. A colheita foi realizada para quantificar os rendimentos dos tratamentos e assim calcular os indicadores de eficiência do uso dos recursos naturais. O fator lâmina apresentou uma queda na eficiência no uso da água ao passo que se aumentou a lâmina aplicada, tendo sua máxima eficiência na aplicação de 0,5 L, tendência inversa foi observada para radiação fotossinteticamente ativa interceptada que teve o máximo de eficiência quando aplicada a lâmina de 2,0 L, para os resultados de eficiência do uso da radiação não houve diferença significativa ($p > 0,05$). Para o fator frequência houve diferença significativa ($p < 0,05$) para a frequência de 21 dias para a relação de eficiência no uso da água, enquanto que para radiação fotossinteticamente ativa interceptada o aumento na frequência diminui a sua eficiência, da mesma forma da lâmina os resultados para a frequência não apresentaram diferença entre si ($p > 0,05$). Para o fator clone houve efeito significativo, tendo destaque para os usos dos recursos naturais o clone OEM. Para a interação lâmina x frequência os melhores resultados foram obtidos para a eficiência no uso da água e para radiação fotossinteticamente ativa interceptada, enquanto que para a eficiência no uso da radiação todas as interações foram iguais. Independente do clone, frequências de irrigação entre 14 e 21 dias, em regime hídrico de 0,5 e 1,0 L, promovem uma maior eficiência para a EUA, RFA_{inter} e EUR.

Palavras-chave: Radiação; Água; Fotossinteticamente; *Opuntia*; *Nopalea*

Abstract - As an alternative to mitigate the high water deficit in semiarid environments and, seeking better use of natural resources efficiently, the use of adapted crops such as forage cactus and the use of irrigation, becomes a promising alternative for the region. Thus, the objective was to evaluate the effect of different frequencies and different irrigation deep, on the performance of the variables of efficiency in the use of natural resources, aiming to establish a relationship due to water availability on the conditions of the semiarid of Pernambuco. The experiment was conducted in Serra Talhada, Pernambuco, Brazil, in a randomized block design (DBC), in a factorial system, composed of two clones of forage palm Orelha de Elefante Mexicana (OEM) and Miúda (MIÚ), with five replicates each, four irrigation deep: 0.5; 1.0; 1.5; 2.0 liters per pot; four irrigation frequencies: 7, 14, 21 and 28 days, plus rainfed conditions. The harvest was carried out to quantify the yields of treatments to calculate the efficiency indicators of the use of natural resources. The blade factor showed a decrease in water use efficiency, while the applied blade was increased, with its maximum application efficiency of 0.5 L, an inverse trend was observed for intercepted photosynthetically active radiation that had maximum efficiency when applied to 2.0 L blade, for the results of the efficiency of the use of radiation there was no significant difference ($p>0.05$). For the frequency factor, there was a significant difference ($p<0.05$) for the frequency of 21 days for the water use efficiency ratio, while for intercepted photosynthetically active radiation the increase in frequency decreases its efficiency, in the same way as the results for the frequency showed no difference between ($p>0.05$). For the clone factor, there is a significant effect, with emphasis on the uses of natural resources, the OEM clone. For the blade x frequency interaction, the best results were obtained for the efficiency in the use of water and for intercepted photosynthetically active radiation, while for the efficiency in the use of radiation, all interactions were the same. Regardless of the clone, irrigation frequencies between 14 and 21 days, in a water regime of 0.5 and 1.0 L, promote greater efficiency for the USA, RFA_{inter} and EUR.

Keywords: Radiation; Water; Photosynthetically; *Opuntia*; *Nopalea*

1- INTRODUÇÃO

A agricultura mesmo tendo apresentado grandes avanços no que diz respeito à eficiência e competitividade, se faz necessário o aprimoramento desta técnica para a maximização e otimização do uso dos recursos disponíveis. Sendo assim, a sustentabilidade da produção de culturas sob circunstâncias ambientais adversas é possivelmente o principal desafio na agricultura moderna. Com isso, é primordial entender as adaptações contrastantes do desenvolvimento das plantas em função das condições ótimas e estressantes do ambiente, além das adaptações morfofisiológicas desenvolvidas por elas (LIZANA et al., 2006).

Para a agropecuária, os aspectos meteorológicos são fatores de grande importância na tomada de decisões, visto que, nas regiões áridas e semiáridas a distribuição temporal e espacial irregular da precipitação e da alta demanda evapotranspirativa dificultam a produção. Portanto, essas características dificultam a disponibilidade hídrica da região tanto em quantidade como em qualidade (SILVA et al., 2009; SILVA et al., 2015a.).

Além da disponibilidade hídrica escassa nas regiões semiárida, para uma boa utilização da irrigação é de grande importância o conhecimento das necessidades hídricas da cultura, que consideram dados de produtividade, lâmina de água recebida ou consumida pela cultura e o ganho econômico por unidade de área, na determinação eficiência no uso de água, indispensável para a otimização dos recursos hídricos disponíveis, assim como para os valores de radiação fotossinteticamente ativa, responsável pelo crescimento das plantas os quais são utilizados para determinar a produção de matéria seca acumulada, posteriormente utilizado na obtenção da eficiência de uso da radiação para a produção de fitomassa (CARON et al., 2012; QUEIROZ et al., 2016; SILVA et al., 2017).

Com isto, vários estudos têm sido realizados no âmbito das estratégias de manejo racional do uso de águas marginais na irrigação em diferentes culturas. Entre as estratégias de manejo, o uso de plantas tolerantes à salinidade tem sido uma opção viável (SANTOS; BRITO, 2016).

Mesmo assim, frequentemente o manejo apropriado da irrigação tem sido ignorado pelos produtores, as respostas das culturas ao ambiente restritivo levam a ocasionar um prejuízo no crescimento vegetativo e conseqüentemente provocando uma diminuição na produtividade e qualidade do produto. Neste contexto, é necessária a busca de conhecimentos sobre espécies forrageiras que apresentem características agrônomicas desejáveis, ligadas a alta eficiência no uso da água e de alto valor nutricional, sendo uma das culturas potencialmente adaptadas as

condições áridas e semiáridas, as cultivares de palma forrageira (SILVA et al, 2014a; SANTOS et al,2017).

Consequentemente, estudos entre cultivares, diferenciação de lâminas e de frequências de irrigação podem vir a permitir avaliar o comportamento das culturas, possibilitando a obtenção de informações em relação às necessidades hídricas de cada região, relacionadas as condições edafoclimáticas com intenção de aperfeiçoar o manejo da irrigação e consequente mento elevar o rendimento agrícola.

2- REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Caracterização ambiental

A extensão territorial do semiárido brasileiro apresenta uma ampla área, com um espaço geográfico que se estende por oito Estados da região Nordeste, mais o Norte de Minas Gerais (BRASIL, 2017).

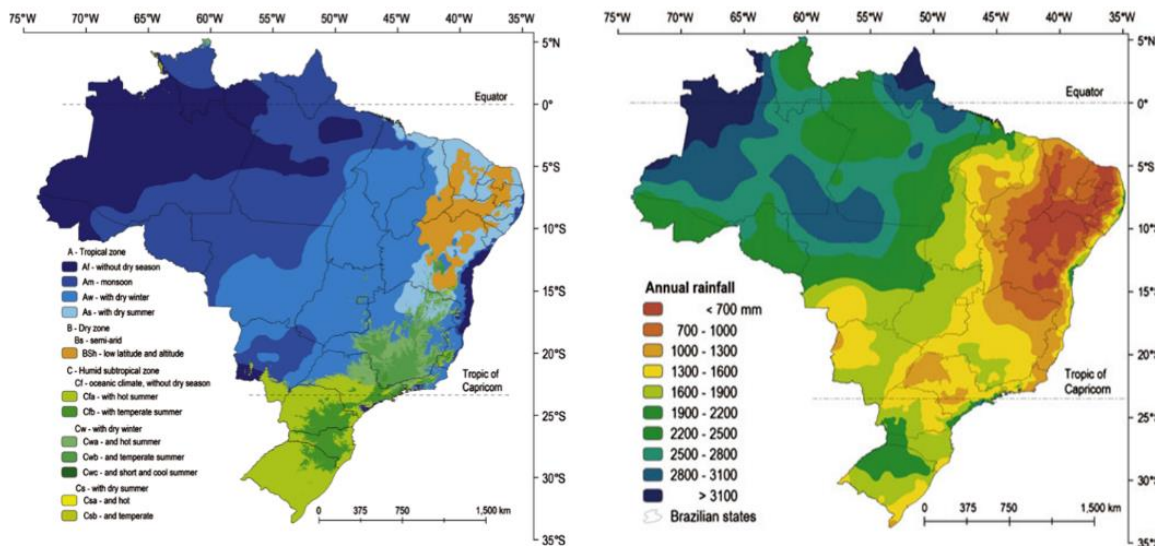
O semiárido brasileiro apresenta em sua extensão uma variedade de paisagens, com uma diversificação de vegetação, variação de solos, bem como uma variação na temperatura e precipitação média na sua extensão, as quais conferem características marcantes à região. Em presença desta heterogeneidade de paisagens, admite-se que o clima, os solos e a vegetação existem em um equilíbrio dinâmico (CUNHA et al., 2010).

A Região Nordeste do Brasil apresenta como aspecto de destaque o clima, responsável pelas modificações dos elementos que integram as paisagens. Sendo ao clima atribuído a responsabilidade da adaptação da vegetação e os processos de formação do relevo, com ação de um sequencia sobre a outra de acordo com o período do ano, seco ou chuvoso; devido essas condições os solos são, em geral, pouco desenvolvidos devido as condições de escassez das chuvas, promovendo uma redução nos processos físico-químicos formadores dos solos (ARAÚJO, 2011).

De acordo com Alvares et al. (2013), conforme com a classificação de Köppen (1963), o território brasileiro possui três zonas climáticas e 12 tipos de climas, havendo desde o clima tropical onde temos as classificações, Af; Am; Aw; e As, assim como o semiárido, Bsh, e o subtropical úmido, Cfa, Cfb; Cwa; Cwb; Cwc Csa; Csb, estando o semiárido brasileiro localizado na zona B, com taxa anual de chuvas variando 1300 mm a valores inferiores a 700 mm (Figura 1).

Segundo Pereira Filho et al. (2013), independente da área territorial do semiárido, e conforme a classificação de Köppen, a região semiárida brasileira tem predominância de três tipos de clima, os quais podemos citar como sendo: o BShw - semiárido, com curta estação chuvosa no verão e precipitações concentradas nos meses de dezembro e janeiro; o BShw' - semiárido, com curta estação chuvosa no verão-outono e maiores precipitações nos meses de março e abril e; o BShs' - semiárido, com curta estação chuvosa no outono-inverno e precipitações concentradas nos meses de maio e junho.

Figura 1. Mapa do Brasil com delimitação climática e índices pluviométricos. Fonte: Adaptado de Alvares et al. (2013)



Com isso, a depender do clima pode-se observar um fenômeno conhecido como seca, que se caracteriza pela presença de uma deficiência de umidade ambiental, que muitas vezes é proveniente da baixa precipitação presente em um local específico. Desta forma a seca pode ser classificada em quatro diferentes categorias, onde temos:

A seca meteorológica, definida como sendo a falta de precipitação em uma determinada região por um período de tempo, ou seja, é o déficit de precipitação em relação aos valores médios da região; A seca hidrológica esta, relacionada a um período em que ocorre reduções anormais da precipitação afetando os processos hidrológicos, como escoamento, fluxo de base, evapotranspiração e infiltração; A seca agrícola bem mais complexa, geralmente, refere-se a um déficit da umidade do solo, na qual depende de vários fatores que são afetados pelas secas meteorológicas e hidrológicas; E a seca socioeconômica, que está associada déficit dos recursos

hídricos que atendem à oferta e demanda de um bem econômico, que por sua vez é provocada pela ação das secas anteriormente citadas. (MISHRA; SINGH, 2010; DJEBOU, 2017).

Nas regiões semiáridas as condições de má drenagem, associadas à baixa precipitação pluvial, elevada evapotranspiração e a presença de camadas impermeáveis contribuem para o aumento da concentração de solos salinos, interferindo assim no desenvolvimento das plantas (GHEYI et al. 2010).

Conforme Bertazzini et al. (2018), um solo é considerado salino quando a concentração de íons presente na solução é superior a condutividade elétrica de 4 dS m⁻¹. As plantas apresentam respostas fisiológicas complexas e multifacetadas as condições de salinidade, o que dificulta o planejamento e a interpretação dos experimentos (NEGRÃO; SCHMÖCKEL; TESTER, 2017). Entretanto, a população residente no semiárido depende da produção da terra, nesta região, é praticamente inevitável o uso de água salina para a produção, sendo então preciso valorizar as plantas forrageiras que melhor se adaptam as suas condições climáticas, tendo como destaque a utilização da palma forrageira.

2.2 Palmas forrageiras e uso no Semiárido

Decorrente das características edafoclimáticas predominantes das regiões semiáridas uma das atividades produtivas que tem grande destaque é a pecuária, com a criação de rebanhos bovinos, caprinos e ovinos (OLIVEIRA et al., 2010). No entanto, uma das principais restrições para o desempenho desta atividade é a baixa disponibilidade de forragens para alimentação dos rebanhos no período de seca, sendo assim necessário o uso de plantas forrageiras que forneçam às exigências nutricionais dos animais e que apresentem características adaptadas às condições semiáridas locais. Neste caso, destaca-se a palma forrageira dos gêneros *Opuntia* e *Nopalea*, comumente cultivadas no Nordeste brasileiro (OLIVEIRA et al., 2010; NASCIMENTO et al., 2011).

Pertencente à divisão: Embryophyta, subdivisão: Angiospermea, classe: Dicotyledoneae, subclasse: Archiclamideae, ordem: Opuntiales e família Cactacea, a palma trata-se de uma planta originária do México que adaptando-se bem ao cenário semiárido brasileiro e do mundo, isso devido suas características anatômicas, morfológicas, fisiológicas e bioquímicas consequente da adaptação aos rigores climáticos destas regiões, sendo assim, tem maior tolerância ao déficit hídrico, seu peso é constituído por cerca de 90% de água, mantendo-lhe turgida e nutritiva ao longo dos períodos secos (MARQUES et al., 2017; SILVA; SAMPAIO, 2019).

Por ser uma planta de metabolismo ácido das crassuláceas (MAC), a palma apresenta características que lhes conferem baixa exigência hídrica. Devido às características peculiares às espécies MAC, exibem, elevada tolerância a altas temperaturas e déficit hídrico, permitindo-lhe uma alta eficiência no uso da água (DUBEUX JÚNIOR et al., 2010; SILVA et al., 2014a), sendo assim uma ótima opção de aumento do rendimento agrícola nessas regiões (SILVA et al., 2015b).

Características essas da fisiologia e da morfologia da planta, morfologicamente a palma forrageira apresenta raízes longas e bem ramificadas, dispostas nas camadas mais superficial do solo, visando um maior aproveitamento na absorção d'água das chuvas leves e até mesmo do orvalho noturno, através das suas zonas pilíferas. Os cladódios (caules), apresentam-se como estruturas espessas e suculentas, as quais são responsáveis pelo armazenamento de uma grande quantidade de água e carboidratos, que servem como reserva para enfrentar o período seco, na estrutura externa dos cladódios estão presentes aréolas com gloquídeos e espinhos (folhas modificadas), que diminuem a área de contato da epiderme com a radiação solar, fazendo com que a temperatura e a superfície de evapotranspiração sejam menores, evitando a perda de água para o meio (ALVES, 2015; ALVES et al., 2018).

O valor nutricional da palma é mais um ponto positivo para alimentação animal, visto que, os níveis de carboidratos não fibrosos são considerados altos, com altos teores de água e mucilagem, com significativos valores minerais com cálcio (Ca), potássio (K) e magnésio (Mg), e devido ao seu elevado potencial de produção de fitomassa, além da alta palatabilidade, e digestibilidade dos carboidratos não fibrosos (RAMOS et al., 2014; GUSHA et al., 2015; CRUZ, 2018).

O bom desempenho desta cultura nas regiões semiáridas dar-se também por suas condições fisiológicas, como pela presença do metabolismo tipo MAC, a mesma tem como característica a captação de CO₂ através da abertura dos estômatos à noite, e fechamento durante o período diurno, assim evitando maiores perdas de água por transpiração (FALCÃO et al., 2011). Além disso, possuem uma cutícula cerosa e espessa que cobre os cladódios por inteiro, minimizando a perda de água por evaporação (CRUZ, 2018).

É perceptível que as condições climáticas e características físicas e químicas do solo exercem um fator de grande influência no desenvolvimento e crescimento de todas as espécies botânicas, portanto, diferentes sistemas de produção podem afetar no desempenho produtivo, apesar de algumas espécies pertencerem ao mesmo gênero, sendo assim, espécies de palma

exibem respostas diferentes em condições diversificadas de sistemas de cultivo (SILVA et al., 2015a; QUEIROZ et al., 2016).

Por tanto, é evidente o potencial expressivo dessa cultura no reforço do desenvolvimento da zona semiárida nordestina, onde seu aproveitamento racional e econômica tem contribuído para conservação do meio ambiente e segurança alimentar e nutricional dos rebanhos e da população em geral (ALVES, 2015).

2.3 Práticas de irrigação

Incontáveis são as presunções em termos que se referem à baixa exigência hídrica da palma (CONSOLI et al., 2013; SILVA et al., 2014a), levando em conta o fato da mesma ser uma planta CAM e ser tradicionalmente cultivada em condições de sequeiro nas regiões áridas e semiáridas.

Conforme exposto por Moraes (2016) para a obtenção de alta produtividade da palma ao longo do tempo e de sucessivos cortes, sua manutenção e de fundamental importância, aspectos tais como correção do solo, adubação, plantio, controle de plantas invasoras, controle de pragas e doenças, escolhas de cultivares devem ser levados em consideração, além desses aspectos, estudos realizados vem mostrando que a pratica de irrigação nos sistemas de produção de palma, vem apresentando um ótimo incremento no rendimento da produção, visto que este manejo promove um melhor crescimento, aumento no número de cladódios por planta, maior turgidez dos cladódios e maior acúmulo de biomassa.

Diversos estudos comprovam a eficiência da irrigação como tecnologia viabilizadora no acréscimo e na melhoria da produção, onde tradicionalmente não eram obtidas em regime de sequeiro, resultando em rendimentos superiores durante os ciclos (LIMA, et al.,2013).

No entanto, grande parte da água superficial e subsuperficial vêm de fontes cristalinas, conferindo-lhes características químicas com elevadas concentrações de sais, além de que os solos apresentam baixa drenagem por serem solos rasos, potencializando a salinização dessas áreas (MORAIS, 2016).

Segundo Dantas (2015), é de grande importância avaliar fontes alternativas de recursos hídricos como poços de baixa vazão, poços de água salobra, açudes e cisternas calçadão, visto que a palma requer uma baixa quantidade de água para irrigação da ordem de 50 a 75 m³ ha⁻¹ mês⁻¹, quantidade esta muitas vezes requerida diariamente por culturas tradicionais.

Neste contexto, para que a aplicação da irrigação seja viável para os produtores do semiárido é necessário que a mesma apresente resultados satisfatórios na produção, vindo a

superar os resultados obtidos com a prática de produção em sequeiro que ainda é a mais adotada pelos produtores.

3- OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes frequências e de diferentes laminas de irrigação, sobre o desempenho das variáveis de eficiência do uso dos recursos naturais (eficiência do uso dos recursos naturais (eficiência do uso da água, radiação fotossinteticamente ativa interceptada e eficiência do uso da radiação), visando estabelecer uma relação em decorrência da disponibilidade hídrica sobre as condições do semiárido pernambucano.

3.1.1 Objetivos Específicos

- Comparar as respostas da eficiência do uso dos recursos naturais dos dois clones submetidas às mesmas condições de manejo de irrigação e sob as mesmas condições de cultivo;
- Determinar a melhor frequência e lâmina de irrigação para os clones de palma forrageira Miúda/IPA-100004 e Orelha de Elefante Mexicana/IPA-200016.

4- MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido no Centro de Referência Internacional de Estudos Agrometeorológicos de Palma e Outras Plantas Forrageiras, nas dependências da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST), no município de Serra Talhada-PE (Latitude 7°56'20" Sul; Longitude 38°17'31" Oeste e Altitude 499 m) (Figura 2), de 01 de janeiro de 2018 a 3 de setembro de 2018. A região possui clima do tipo BShw segundo a classificação climática de Köppen, com temperatura média do ar de 24,8 °C; apresentando irregularidade na distribuição espaço-temporal das chuvas com média de 642,1 mm ano⁻¹, umidade relativa do ar aproximadamente de 62,5% e demanda atmosférica acima de 1.800 mm ano⁻¹ (ARAÚJO, 2011; SILVA et al., 2015a).

Figura 2. Localização área do cultivo de palma forrageira, cultivada em vasos no Centro de Referência Internacional de Estudos Agrometeorológicos de Palma e Outras Plantas Forrageiras (UFRPE/UAST), município de Serra Talhada-PE, Semiárido brasileiro vista aérea (destaque em vermelho), Fonte: Adaptado do Google Maps.



O local da área experimental onde os vasos foram dispostos apresentava uma superfície plana (Figura 2), o solo utilizado no preenchimento dos vasos foi proveniente da própria área, o qual foi classificado como sendo do tipo Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico, cuja amostragem dos parâmetros físico-químicos, foram obtidos da camada de 0-20 cm, onde os resultados foram expressos na Tabela 1.

Tabela 1. Características físico-químicas do Cambissolo Háplico da área experimental na profundidade de 0,00 a 0,20 m.

Características físicas do solo de 0,00 a 0,20 m									
Areia			Silte		Argila		Densidade do solo		
-----			g kg ⁻¹		-----			g dm ⁻¹	
828,6			148,25		23,25		1,45		
Características químicas do solo de 0,00 a 0,20 m									
pH	CE _e	P	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	Na ⁺	k ⁺	V	C.O
	dS m ⁻¹	mg dm ⁻³	----- cmol _c dm ⁻³ -----			-----		%	g kg ⁻¹
5,95	0,32	168,96	3,45	1,9	0,6	1,09	13,8	97,15	4,6

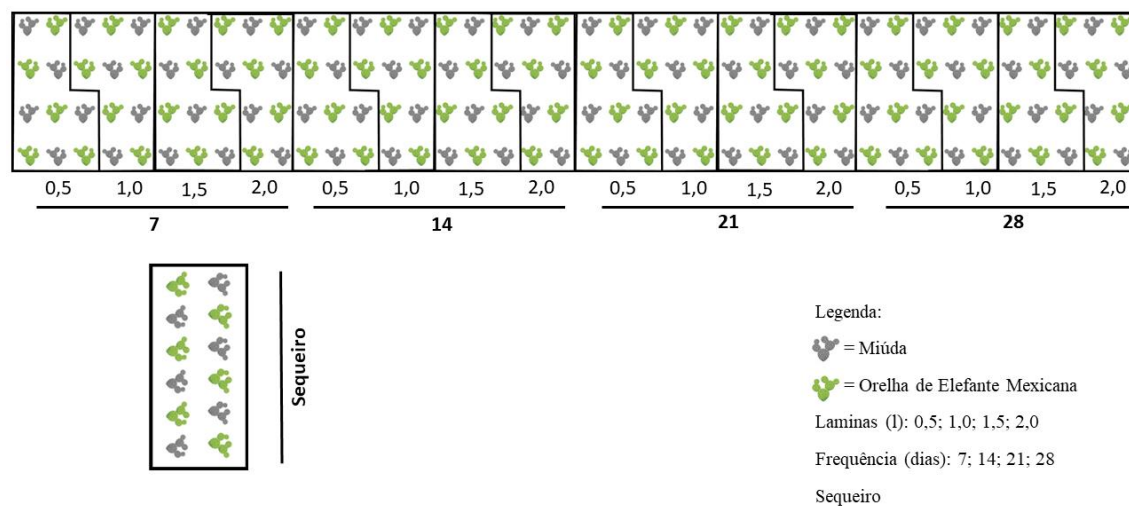
pH em H₂O a uma razão de 1:2,5 v/v; C_{Ee} - Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo; P - Extraído com a solução Mehlich-1; C.O. - Carbono orgânico; V - Saturação por base.

4.2 Manejo da cultura e delineamento experimental da área

Os materiais vegetativos estudados foram dois clones de palma forrageira, Miúda/IPA-100004 (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck) (MIU) e Orelha de Elefante Mexicana/IPA-200016 (*Opuntia stricta* (Haw.) Haw.) (OEM), sendo os respectivos clones plantados em vasos de 21 litros. Os clones de palma forrageira estudados foram plantados em vasos no dia 01 de janeiro de 2018, sendo conduzidos em condição de sequeiro até o início da aplicação dos tratamentos em 01 de fevereiro de 2018. Os cladódios de cada clone foram inseridos verticalmente no vaso, deixando metade do cladódio fora do solo e a outra metade dentro do solo.

Antes da realização do plantio dos clones, houve o preparo dos vasos, sendo realizado da seguinte forma, coleta do solo na profundidade de 0,00 – 0,20 m, peneiragem e envasamento, após esses, os mesmos foram dispostos na área conforme mostrado na Figura 3.

Figura 3. Croqui da área experimental, com disposição dos tratamentos em campo.



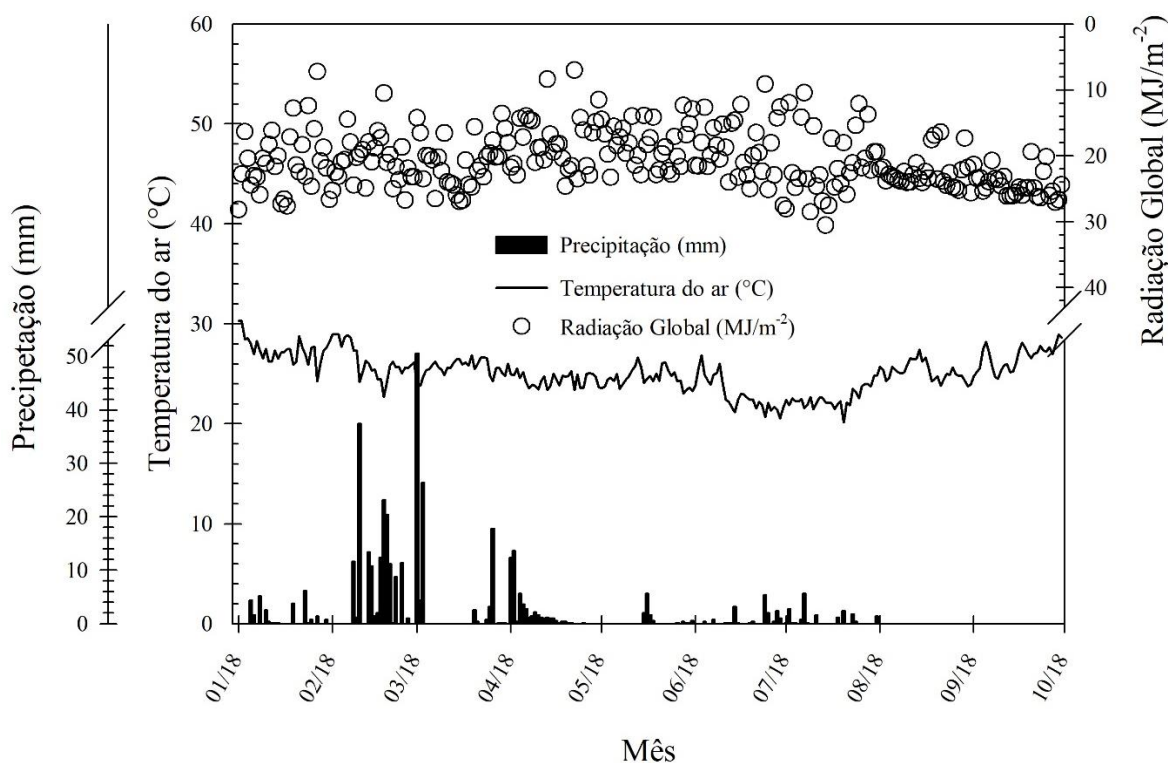
Ao longo do período experimental foram realizados tratos culturais manuais, onde foi efetuado o arranquio das ervas daninhas, assim evitando competição de água, nutrientes e radiação solar, com o objetivo de proporcionar condições propícia para o desenvolvimento da palma forrageira.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso (DBC), em sistema fatorial, compostos pelos dois clones de palma forrageira, quatro lâminas de irrigação: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 litros por vaso; quatro frequências de irrigação: 7, 14, 21 e 28 dias, mais a condição de sequeiro, com cinco repetições de cada clone, totalizando 170 unidades experimentais.

4.3 Monitoramento da precipitação e aplicação da irrigação

O monitoramento da precipitação (Figura 4), foi obtido semanalmente por meio de uma base de dados pluviométricos proveniente de uma estação meteorológica automática, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada a 20 m da área experimental.

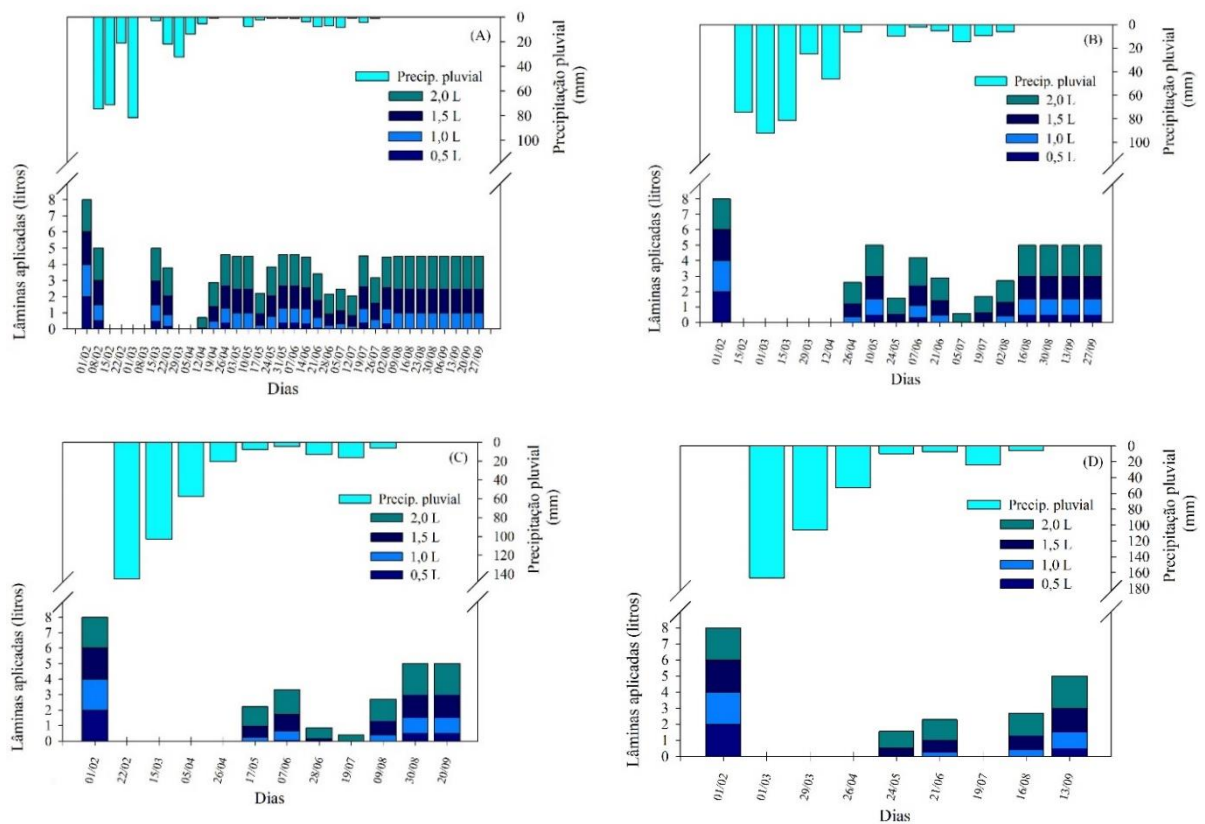
Figura 4. Elementos meteorológicos ao longo do período experimental no ano de 2018, em Serra Talhada - PE



A irrigação foi efetuada de acordo com as lâminas estabelecidas pelo experimento, sendo levado em consideração se ocorreu ou não eventos de precipitação antes do período da frequência de irrigação, ou seja, era aplicada sempre de acordo com as frequências de 7, 14, 21 e 28 dias, com datas já previstas para cada irrigação, nas datas que ocorreram precipitação

pluviométrica foi descontado a quantidade de chuva da lâmina que foi aplicada, quando a chuva não era suficiente para atingir a lâmina estabelecida era irrigado uma lâmina suficiente para atingir o que foi estabelecido, já quando a chuva era suficiente não era realizada a irrigação conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5. Entradas (precipitação e irrigação) nas frequências de irrigação (7, 14, 21 e 28 dias) sobre os clones de palma forrageira (Orelha de Elefante Mexicana e Miúda) irrigados com lâminas de 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 L.



A água utilizada na irrigação possuía condutividade elétrica igual a $1,5 \text{ dS m}^{-1}$, a qual era retirada de um reservatório com capacidade de 20 mil litros, sendo esse abastecido de água proveniente de um poço artesiano, e aplicada nos vasos utilizando uma proveta graduada para aplicação exata das lâminas.

Durante o período experimental as chuvas concentraram-se durante os meses de janeiro a abril de 2018, com volumes de precipitação muito baixos nos meses seguintes, sendo identificado o período de início da estiagem no mês de agosto. Com base nesses dados de precipitação, durante o período experimental a precipitação total foi de 400,80 mm.

4.4 Avaliação das características de biomassa e da eficiência do uso dos recursos naturais da palma forrageira

Durante o período experimental mensalmente foram realizadas avaliações biométricas para análises futuras e ao final do experimento foi realizada a biomassa final, com intuito de mensurar a eficiência do uso dos recursos naturais.

As avaliações de biometria foram realizadas uma vez por mês durante todo o experimento, constituiu-se da mensuração das características morfológicas da planta e do cladódio para obtenção do índice de área de cladódio (IAC), obtido pela relação entre a área total dos cladódios e a área que a planta ocupa no solo.

Para esse fim, foram utilizadas três plantas representativas de cada parcela, com medição de número total de cladódio por ordem (NTC, unidade), conforme o surgimento de novos cladódios em relação ao cladódio basal. Além desses, foi selecionado uma ramificação da planta e registrada as características biométricas do cladódio a largura (LC, cm), medindo-se horizontalmente de uma extremidade a outra do cladódio, comprimento (CC, cm), medindo-se verticalmente de uma extremidade a outra do cladódio, perímetro (PC, cm), espessura (EC, mm) dos cladódios, nas diferentes ordens de surgimento, realizadas no terço médio do cladódio com o auxílio de uma fita métrica e um paquímetro.

Tratando-se da biomassa, foram obtidos valores de massa fresca e seca do cladódio (MFC e MSC, kg) e massa fresca total da palma (MFTP, Kg planta⁻¹), a massa fresca dos cladódios e da palma forrageira foi obtida no momento da colheita com a pesagem de cada cladódio em sequência das plantas do experimento num total de 170 plantas. Por sua vez, a massa seca, foi mensurada através da seleção e coleta de dois cladódios representativos do terço médio de cada planta, os quais foram pesados individualmente em balança semianalítica e em seguida fracionados e postos em sacos de papel devidamente identificados, e encaminhados para estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 65°C até atingir peso seco constante, onde novamente foram pesados. A razão entre a massa seca e fresca média do cladódio resultou no conteúdo de matéria seca.

A eficiência do uso da água (EUA, g mm⁻¹) foi avaliada por meio da produtividade da água da cultura (PAC) que para o caso da palma possuem o mesmo significado, a mesma foi obtida por meio da relação dos dados de biomassa e precipitação (Equação 1) conforme parâmetros avaliados por Silva et al. (2014a) e Queiroz (2016).

$$EUA_{P+I} = \frac{Y}{(P+I)} \quad (1)$$

Em que, Y = produtividade alcançada em cada tratamento (g), P + I = Lâmina de água recebida (mm), onde P = precipitação e I = irrigação.

A eficiência do uso da radiação (EUR, g MJ⁻¹) foi calculado a partir da regressão entre a biomassa seca (g) e a radiação interceptada (MJ), considerando-se os valores de radiação solar global (Rg) e de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) acima e abaixo do dossel da planta, respectivamente, sendo a RFA_{inter} obtida conforme Equação 2, resultante da Lei de Beer (SILVA, 2014b), os valores k (coeficiente de extinção da cultura) para cada clone foram obtidos conforme Leite et al. (2017).

$$RFA_{inter} = RAF_{LI} - RAF_{LS} * \exp(-k * IAC) \quad (2)$$

onde, RAF_{LI} = radiação fotossinteticamente ativa abaixo do dossel, RAF_{LS} = radiação fotossinteticamente ativa a cima do dossel.

4.5 Análise estatística

Os dados adquiridos foram submetidos à análise estatística MANOVA (multivariate analysis of variance) pelo teste de Wilks (p<0,05). Quando significativa, as médias foram submetidas ao teste de tukey (p<0,05). As análises estatísticas foram realizadas no programa GENES “Genética Quantitativa e Estatística Experimental” (CRUZ, 2006) e a confecção dos gráficos com o auxílio do software SigmaPlot (Systat Software Inc., San Jose, California, USA) versão 11.0 (SIGMAPLOT, 2008).

5- RESULTADOS

Os dados meteorológicos médios diários durante o ciclo produtivo da palma forrageira em vaso no período de 01 de janeiro de 2018 a 3 de setembro de 2018, são demonstrados na Figura 4. Percebe-se que a precipitação pluviométrica se exibiu distribuída em dois distintos períodos, um durante os meses janeiro a abril de 2018 em que houve os maiores eventos de chuva, totalizando 353,6 mm, que correspondem aos meses chuvosos da região. Após esses meses, ocorreu no período de maio a setembro de 2018, ou seja, até o final do experimento uma

diminuição nos eventos de precipitação. Sendo a normal climatológica da região semiárida registrada em torno de 400 a 800 mm, onde a normal climatológica para a cidade de Serra Talhada de 642,1 mm.

Tabela 2. MANOVA (multivariate analysis of variance) das variáveis de eficiência do uso dos recursos naturais (eficiência do uso da água, radiação fotossinteticamente ativa interceptada e eficiência do uso da radiação) para clones de palma forrageira (Orelha de Elefante Mexicana e Miúda) sob diferentes lâminas (0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 L) e frequências de irrigação (7, 14, 21 e 28 dias)

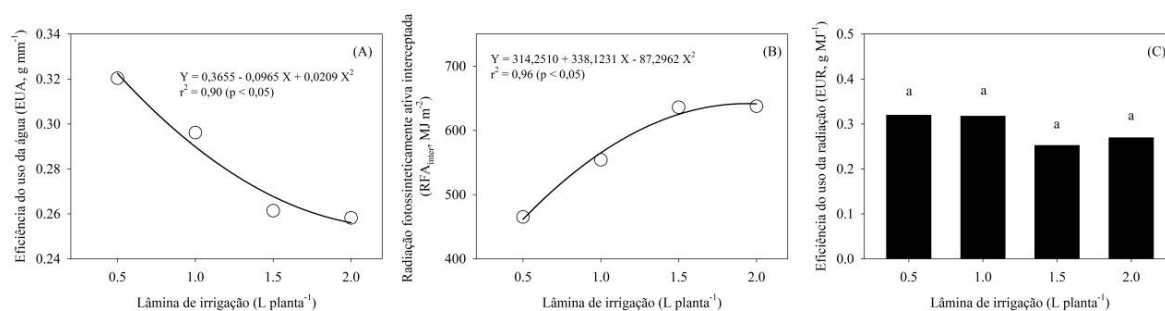
Fatores	Teste	Valor	F	GL	p
Lâmina (L)	Wilks	0,46	12,80	9,00	0,00
Frequência (F)	Wilks	0,49	11,56	9,00	0,00
Clone (C)	Wilks	0,22	152,46	3,00	0,00
L x F	Wilks	0,71	1,71	27,00	0,02
L x C	Wilks	0,89	1,66	9,00	0,10
F x C	Wilks	0,91	1,33	9,00	0,22
L x F x C	Wilks	0,78	1,23	27,00	0,20

Na Tabela 2 são apresentados os valores da análise de variância multivariada (MANOVA), dentre os componentes das variáveis de eficiência do uso dos recursos naturais (eficiência do uso da água (EUA), radiação fotossinteticamente ativa interceptada (RFA_{inter}) e eficiência do uso da radiação (EUR)), para os clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana (OEM) e Miúda (MIU) sob diferentes lâminas e frequências de irrigação, houve efeito significativo pelo teste de Wilks ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) para os fatores lâmina (L), frequência (F), clone (C) e para a interação L x F.

Na Figura 6A quando aplicado uma lâmina menor obteve-se melhores resultados relacionados a EUA, ao passo que quanto maior foi a lâmina aplicada menor foram os valores obtidos tendendo a uma estabilização da EUA com lâminas superiores a 2,0 L. Para a RFA_{inter} mostrou-se uma tendência inversa ao resultado da EUA, sendo que a medida que se aumentou a lâmina de irrigação maior foi o acúmulo de radiação (Figura 6B). Já para a EUR os valores resultantes foram estatisticamente iguais (Figura 6C).

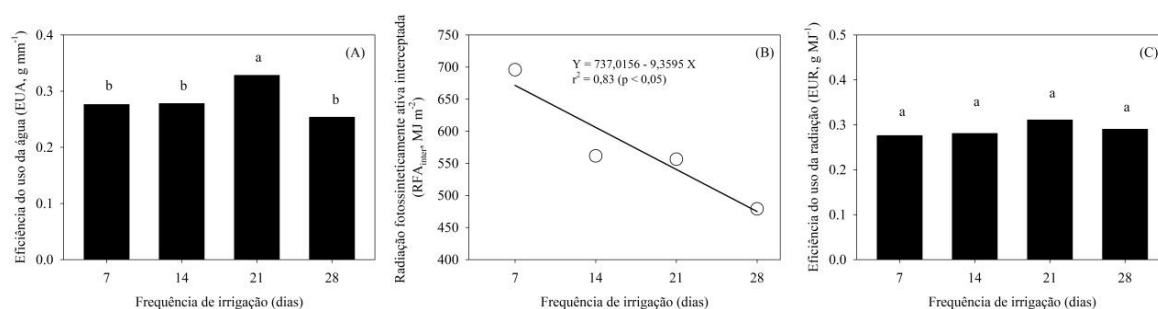
Figura 6. Efeito da lâmina de irrigação (0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 L) sobre as variáveis de eficiência do uso dos recursos naturais (eficiência do uso da água (A), radiação fotossinteticamente ativa interceptada (B) e eficiência do uso da radiação (C)) de clones de palma forrageira

(Orelha de Elefante Mexicana e Miúda) irrigados a cada 7, 14, 21 e 28 dias. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si estatisticamente ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.



Para o efeito da frequência de irrigação sobre as variáveis de eficiência do uso dos recursos naturais nos clones OEM e MIU irrigados com diferentes lâminas, apresentou valor significativo quando estudado a variável EUA, mostrando uma maior eficiência quando aplicado a irrigação no intervalo de 21 dias (Figura 7A). A RFA_{inter} apresentou uma redução ao passo que foi sendo estendido o período de irrigação, onde para a frequência de irrigação de 7 dias os valores foram próximos de 700 MJ m⁻² quando se aumentou este intervalo os valores foram menores, sendo apresentado na frequência 28 dias um valor próximo a 500 MJ m⁻² tendendo a estabilizar após esse período (Figura 7B). Para os valores de EUR os valores resultantes foram estatisticamente iguais, ou seja, não apresentando diferença significativa entre cada frequência (Figura 7C).

Figura 7. Efeito da frequência de irrigação (7, 14, 21 e 28 dias) sobre as variáveis de eficiência do uso dos recursos naturais (eficiência do uso da água (A), radiação fotossinteticamente ativa interceptada (B) e eficiência do uso da radiação) de clones de palma forrageira (Orelha de Elefante Mexicana e Miúda) irrigados com lâminas de 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 L. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si estatisticamente ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.



Para o efeito de clones sobre a eficiência do uso dos recursos naturais EUA, RFA_{inter} e EUR da palma forrageira sob diferentes lâminas e frequências de irrigação, o clone OEM obteve os melhores resultados para todas as variáveis estudadas se destacando significativamente dos valores do clone MIU (Tabela 3.).

Tabela 3. MANOVA (multivariate analysis of variance) das variáveis de eficiência do uso dos recursos naturais (eficiência do uso da água, radiação fotossinteticamente ativa interceptada e eficiência do uso da radiação) para clones de palma forrageira (Orelha de Elefante Mexicana - OEM e Miúda - MIU) sob diferentes lâminas (0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 L) e frequências de irrigação (7, 14, 21 e 28 dias).

Clone	EUA g mm ⁻¹		RFA_{inter} MJ m ⁻²			EUR g MJ ⁻¹	
OEM	0,42	a	706	a		0,37	a
MIU	0,14	b	440	b		0,20	b

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si estatisticamente ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Na comparação das médias da interação lâmina (0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 L) e frequência (7, 14, 21 e 28 dias) sobre a eficiência do uso dos recursos naturais (Tabela 4), obteve para os valores de EUA a média de maior eficiência para a lâmina de 0,5 L e frequência de 21 dias, seguida da lâmina 1,0 L para as frequências de 7 e 21 dias. Para a RFA_{inter} os melhores resultados apresentados correspondem respectivamente as lâminas de 1,5, 2,0 e 1,0 L para a frequência de 7 dias. Já para os valores de EUR não foi observado diferença significativa para as interações entre lâmina e frequência.

Tabela 4. Interação lâmina (0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 L) e frequência (7, 14, 21 e 28 dias) sobre a eficiência do uso dos recursos naturais (eficiência do uso da água - EUA, radiação fotossinteticamente ativa interceptada - RFA_{inter} e eficiência do uso da radiação - EUR) para clones de palma forrageira (Orelha de Elefante Mexicana e Miúda).

Lâmina	Frequência	EUA			RFA_{inter}			EUR			
0,5	7	0,33	b	a	540	e	d	c	0,31	a	
0,5	14	0,34	b	a	514	e	d		0,31	a	
0,5	21	0,37		a	473	f	e	d	0,35	a	
0,5	28	0,24	c	b	a	333	f		0,32	a	
1,0	7	0,32	b	a	699			c	b	a	
1,0	14	0,29	c	b	a	521	e	d	c	0,29	a

1,0	21	0,35	b	a	557	e	d	c	0,31	a		
1,0	28	0,23	c	b	439	f	e		0,38	a		
1,5	7	0,26	c	b	773				a	0,27	a	
1,5	14	0,22	c	b	620		d	c	b	a	0,20	a
1,5	21	0,31	c	b	592	e	d	c	b		0,31	a
1,5	28	0,26	c	b	559	e	d	c			0,23	a
2,0	7	0,19	c		771				b	a	0,23	a
2,0	14	0,27	c	b	591	e	d	c			0,32	a
2,0	21	0,29	c	b	604	e	d	c	b	a	0,28	a
2,0	28	0,28	c	b	585	e	d	c			0,24	a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente ($p>0,05$) entre si pelo teste de Tukey.

6- DISCUSSÃO

As aplicações integrais das lâminas de irrigação nas diferentes frequências estavam condicionadas a quantidade de precipitação que ocorria durante cada frequência de irrigação, isso pode ser visto na figura 4, em que fica bem evidente que a aplicação integral das lâminas se iniciou após o período chuvoso da região.

Na Figura 6A, os valores da EUA para as lâminas aplicadas apresentaram uma redução na EUA na medida em que a disponibilidade hídrica aumentou para as cultivares de palma forrageira, pois grandes volumes de água não propiciaram um maior desempenho no uso da água, resultados semelhantes podem ser observados nos estudos realizados por Queiroz, et al. (2016). Desta maneira, pode-se afirmar que, nas condições testadas, a palma forrageira não utiliza toda a água recebida, sendo o excedente perdido por evaporação e/ou drenagem do solo. Na Figura 6B, observa-se que o incremento da RFA_{inter} acompanha o aumento da lâmina de irrigação aplicada na palma forrageira. A RFA_{inter} máxima foi em 600 e 650 $MJ\ m^{-2}$, segundo Caron et al. (2012), esse aumento dar-se pelo fato de estar diretamente relacionada ao índice de área foliar da cultura, à medida que a planta está na ausência de déficit hídrico seus cladódios permanecem turgidos, com maior espessura consequentemente maior área foliar, visto que seu aumento proporciona incremento na interceptação de radiação.

Para a EUR (Figura 6C), não se observou diferença significativa quanto as diferentes lâminas aplicadas, assim verificou-se que a irrigação independente da lâmina não proporcionou incrementos na EUR. Este resultado está relacionado ao hábito de crescimento de espécies de palma forrageira onde os cladódios de menor ordem servem de suporte para os novos cladódios pela planta. (QUEIROZ, et al. 2015). Segundo Teixeira et al. (2015), as cultivares de porte

ereto, geralmente apresentam maior taxa fotossintética que as de hábito de crescimento mais prostradas, sendo o hábito de crescimento da cultivar uma das variáveis que mais afeta a eficiência de uso da radiação solar.

Quanto ao intervalo de irrigação para as quatro situações analisadas (Figura 7A), entre cada irrigação nota-se que o aumento na frequência de irrigação tende a não se destacar antes da frequência de 21 dias, e após esta frequência tende a diminuir mostrando valores inferiores a $0,25 \text{ g mm}^{-1}$ de EUA, isto provavelmente deve-se, ao abaixo conteúdo de umidade no solo, já que, com irrigações mais frequentes, o solo tende a manter-se com alto teor de umidade. A máxima eficiência do uso da água foi obtida com frequência de irrigação realizada aos 21 dias correspondente a aproximadamente $0,33 \text{ g mm}^{-1}$ de EUA. Nesta faixa de frequência de irrigação, o solo provavelmente se manteve com teores de umidade bons para a palma forrageira. Em comparação a outras culturas o valor da EUA obteve um valor muito pequeno, isso pode ser observado nos estudos realizados por Silva et al. (2011), onde para a cana de açúcar (espécie C4) a EUA obtida foi de $2,22 \text{ kg m}^{-3}$.

Em relação aos valores de $\text{RFA}_{\text{inter}}$ na Figura 7B, para os intervalos de irrigação observou-se uma queda variando de aproximadamente 690 MJ m^{-2} na frequência de 7 dias para aproximadamente 460 MJ m^{-2} na frequência de 28 dias, esta redução na $\text{RFA}_{\text{inter}}$ pode ser devido a presença de um déficit hídrico provocado pelo longo período sem receber irrigação, ao passo que quanto menor a frequência de irrigação maior os valores da $\text{RFA}_{\text{inter}}$, pois assim como na aplicação de lâminas, o mesmo vai ser afetado índice de área foliar da cultura.

Assim como na avaliação das lâminas de irrigação, a EUR em função da frequência de irrigação não se diferencia estatisticamente, assim verificamos que a irrigação independente do intervalo de aplicação de irrigação não proporcionou incrementos significativo na EUR (Figura 7C).

Em resposta aos efeitos dos clones de palma forrageira OEM e MIU, sobre a eficiência do uso dos recursos naturais (Tabela 3), observa-se que o clone OEM teve destaque em todos os recursos naturais avaliados, os valores médios da EUA para os clones OEM e MIU foram respectivamente iguais a $0,42$ e $0,14 \text{ g mm}^{-1}$, segundo Rocha et al. (2017) esse resultado pode se dar pelo fato da OEM ter maiores valores de massa fresca, e pela maior área de cladódio da OEM em relação a MIU, são poucos os trabalhos encontrados na literatura que relatam a EUA da palma forrageira, trabalhos realizados por Consoli et al. (2013), para a *Opuntia ficus-indica* L. (Mill.) mostraram valores de EUA de $4,6 \text{ Kg MS m}^{-3}$ e $4,4 \text{ Kg MS m}^{-3}$, para o ano de 2009 e 2010.

Para os valores da RFA_{inter} (Tabela 3), o clone OEM obteve média igual a 706 MJ m^{-2} superando os valores do clone MIÚ com média de 440 MJ m^{-2} , assim como os resultados dos recursos naturais anteriores, os valores das médias da EUR encontrados na Tabela 3, para os clones OEM e MIU respectivamente foram de 0,37 e 0,20 g MJ^{-1} , esses resultados positivos para a eficiência dos recursos naturais para o clone OEM, dar-se devido as características morfológicas as quais apresentam correlação com o índice de área do cladódio, com ênfase para o efeito direto do número total de cladódios, além do comprimento e espessura dos cladódios de primeira, segunda e ordens que iram surgir (PINHEIRO et al., 2014), quem estão diretamente relacionados a área de interceptação da radiação.

Quanto a interação lâmina e frequência (Tabela 4), apenas a EUR foi igual para todas as lâminas e frequência estudadas, esses resultados indicam que a palma forrageira é capaz de manter a EUR em situações de diferente disponibilidade hídrica. Para as médias de EUA os melhores valores foram para médias da Frequência de 21 dias para as lâminas de 0,5 e 1,0 L respectivamente, deixando evidente que a frequência de 21 dias é a que melhor expressa a eficiência no uso da água para a palma forrageira cultivada em vaso, os resultados obtidos para a RFA_{inter} , foram melhores para as frequências de 7 dias nas lâminas de 1,5 e 2,0 respectivamente.

7- CONCLUSÕES

- Independente do clone, frequências de irrigação entre 14 e 21 dias, em regime hídrico de 0,5 e 1,0 L, promovem uma maior eficiência para a EUA, RFA_{inter} e EUR.
- A Orelha de Elefante Mexicana, em condições irrigadas apresentou o maior desempenho na EUA, RFA_{inter} e EUR quando comparado ao clone Miúda.
- As maiores lâminas proporcionaram um melhor desempenho da radiação fotossinteticamente ativa interceptada independente do clone e da frequência em que foi aplicada.
- Apesar de pertencerem a diferentes gêneros (*Nopalea* e *Opuntia*), os clones de palma forrageiros, quando avaliadas pelo fator lâmina e frequência, não apresentam diferenças EUR.
- A eficiência no uso de água pela palma forrageira tendeu a diminuir com o aumento das lâminas de água aplicadas.

8- REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ALVES, F. A. L. Variabilidade genética, morfológica e fitoquímica de genótipos de *Opuntia* e *Nopalea*. 2015. 200 f. Tese (Doutor em Agronomia) - Programa De Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal Da Paraíba, Areia-PB, 2015.

ALVES, H. K. M. N. et al. The application of agrometeorological techniques contributes to the agricultural resilience of forage cactus: A review. **Revista Amazonian Journal of Plant Research**. v. 2, n. 3, p. 207-2020, 2018.

ARAÚJO, S. M. S. Região Semiárida do Nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. **Rios Eletrônica-Revista Científica da FASETE**, v. 5, n. 5, p. 89-98, 2011.

BERTAZZINI, M.; SACCHI, G. A.; FORLANI, G. A differential tolerance to mild salt stress conditions among six Italian rice genotypes does not rely on Na⁺ exclusion from shoots. **Journal of plant physiology**, v. 226, p. 145-153, 2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Nova delimitação do Semiárido Brasileiro. Brasília, 2017. Disponível em: < <http://www.integracao.gov.br/semiaridobrasileiro> >. Acesso em: 29 jan. 2020

CARON, B. O. et al. Eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa interceptada em fitomassa de mudas de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 36, n. 5, p. 833-842, 2012

CONSOLI, S. et al. Determination of evapotranspiration and annual biomass productivity of a cactus pear [*Opuntia ficus-indica* L.(Mill.)] orchard in a semiarid environment. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 139, n. 8, p. 680-690, 2013.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: Biometria**. Viçosa: UFV, v. 1, 382 p. 2006.

CRUZ, G. F. L. **Substituição do milho por palma forrageira na dieta de vacas guzerá lactantes**. 2018. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Zootecnia) – Curso de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areias-PB, 2018.

CUNHA, T. J. F. et al. Principais solos do semiárido tropical brasileiro: caracterização, potencialidades, limitações, fertilidade e manejo. **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação. Petrolina: Embrapa Semiárido**, 2010.

DANTAS, F. D. G. **Lâminas de água salina e doses de adubação orgânica na produção de palma Miúda adensada no semiárido**. 2015. 92 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Programa de Pós-Graduação em Produção Animal. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2015.

DJEBOU, D. C. S. Bridging drought and climate aridity. **Journal of Arid Environments**, v. 144, p. 170-180, 2017.

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

FALCÃO, H. M. et al. Atividade de PEP carboxilase e acúmulo de acidez noturna em genótipos de *Opuntia ficus-indica* Mill em campo com e sem infestação por cochonilha-do-carmim. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALMA E OUTRAS CACTÁCEAS, 2., 2011. **Anais...** Garanhuns-PE: Associação Brasileira de Palmas e Cactáceas, Out, 3p, 2011.

GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 1 ed. Fortaleza: INCTSal, 2010.

GUSHA, J. et al. Effect of feeding cactus-legume silages on nitrogen retention, digestibility and microbial protein synthesis in goats. **Animal Feed Science and Technology**, v. 206, p. 1-7, 2015.

LEITE, R. M. C. et al. Coeficiente de extinção da palma forrageira depende do gênero e índice de área do cladódio. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia / Simpósio de Mudanças Climáticas e Desertificação do Semiárido Brasileiro, 20., 2017, JuazeiroBA/Petrolina-PE. **Anais...** Porto Alegre: SBAGRO, 2017.

LIMA, G. F. C. et al. Effect of different cutting intensities on morphological characteristics and productivity of irrigated *Nopalea forage cactus*. In: **VIII International Congress on Cactus Pear and Cochineal 1067**. 2013. p. 253-258.

LIZANA, C. et al. Differential adaptation of two varieties of common bean to abiotic stress. I. Effects of drought on yield and photosynthesis. **Journal of Experimental Botany**, v. 57, n. 3, p. 685- 697, 2006.

MARQUES, O. F. C. et al. Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 75-93, 2017.

MISHRA, A.K.; SINGH, V. P. A review of drought concepts. **Journal of hydrology**, v. 391, n. 1-2, p. 202-216, 2010.

MORAIS, J. E. F. **Evapotranspiração real efetiva e indicadores agrometeorológicos e econômicos em cultivo de palma forrageira irrigada**. 2016. 81 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, 2016.

NASCIMENTO, J. P. et al. Caracterização morfométrica de *Opuntia ficus-indica* sob diferentes arranjos populacionais e fertilização fosfatada. **Revista Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa – PB, v.5, p.21-26, 2011.

NEGRÃO, S.; SCHMÖCKEL, S. M.; TESTER, M. Evaluating physiological responses of plants to salinity stress. **Annals of Botany**, v. 119, n. 1, p. 1-11, 2017.

OLIVEIRA, F. T. et al. Palma forrageira: adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiáridos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 4, p. 27-37, 2010.

PEREIRA FILHO, J. M.; SILVA, A. M. de A.; CÉZAR, M. F. Manejo da Caatinga para produção de caprinos e ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 14, n. 1, p. 77-90, 2013.

PINHEIRO, K. M. et al. Correlações do índice de área do cladódio com características morfológicas e produtivas da palma forrageira. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 49, n. 12, p. 939-947, 2014.

QUEIROZ, M. G. et al. Características morfofisiológicas e produtividade da palma forrageira em diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 10, p. 931-938, 2015.

QUEIROZ, M. G. et al. Relações hídrico-econômicas da palma forrageira cultivada em ambiente semiárido. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 1, n. 1, p. 141-154, 2016.

RAMOS, J. P. F. et al. Caracterização técnica dos sistemas de produção de palma forrageira em Soledade, PB. *Revista Agropecuária Técnica*, Areia, v. 35, n. 1, p. 2330, 2014.

SANTOS, K. C. et al. Nutritional potential of forage species found in Brazilian Semiarid region. *Livestock Science*, v. 195, p. 118- 124, 2017.

SANTOS, M.R.; BRITO, C. F. B. Irrigação com água salina, opção agrícola consciente. **Revista Agrotecnologia**, Ipameri, v. 7, n. 1, p. 33-41, 2016.

SIGMAPLOT. 2008. **For windows, version 11.0**. Systat Software, 2008.

SILVA, L. L. et al. Influência das precipitações na produtividade agrícola no Estado da Paraíba. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 13, n. 4, p. 454-461, 2009.

SILVA, R. R; SAMPAIO, E. V. S. B. **Palmas forrageiras *Opuntia fícus-indica* e *Nopalea cochenillifera*: sistemas de produção e usos**. *Revista Geama*, v. 1, n. 2, p. 151-161, 2016. Disponível em: <<http://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/504/1424>>. Acesso em: 10 de jan. de 2019.

SILVA, T. G. F. et al. Crescimento e produtividade de clones de palma forrageira no semiárido e relações com variáveis meteorológicas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 2, p. 10-18, 2015b.

SILVA, T. G. F. et al. Demanda hídrica e eficiência do uso de água da cana-de-açúcar irrigada no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 12, p. 1257-1265, 2011.

SILVA, T. G. F. et al. Indicadores de eficiência do uso da água e de nutrientes de clones de palma forrageira em condições de sequeiro no Semiárido brasileiro. **Revista Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 2, p. 184-191, 2014a.

SILVA, T. G. F. et al. Índices morfofisiológicos e uso de radiação solar por um cultivo de cana-de-açúcar irrigada no Semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.07, n.4, 2014b.

SILVA, T. G. F. et al. Soil water dynamics and evapotranspiration of forage cactus clones under rainfed conditions. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 7, p. 515-525, 2015a.

SILVA, W. A. et al. Regionalização de coeficiente de cultivo aplicado no planejamento da agricultura irrigada no Estado do Maranhão–Brasil. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 37, n. 5, p. 953-960, 2017.

TEIXEIRA, G. C. S.; STONE, L. F.; HEINEMANN, A. B. Eficiência do uso da radiação solar e índices morfofisiológicos em cultivares de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 1, 2015.