



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

VARLEY ANDRADE FONSECA

**ESTRATÉGIA DE UTILIZAÇÃO DE ÁGUA SALINA NO CULTIVO DE  
PALMA FORRAGEIRA ‘GIGANTE’**

GUANAMBI  
BAHIA – BRASIL  
2017



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

VARLEY ANDRADE FONSECA

**ESTRATÉGIA DE UTILIZAÇÃO DE ÁGUA SALINA NO CULTIVO DE  
PALMA FORRAGEIRA ‘GIGANTE’**

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

GUANAMBI  
BAHIA – BRASIL  
2017

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IF Baiano,  
*Campus Guanambi*, com dados fornecidos pelo (a) autor (a)

F676e Fonseca, Varley Andrade

Estratégia de utilização de água salina no cultivo de palma  
forrageira ‘Gigante’/ Varley Andrade Fonseca. -- Guanambi, BA,  
2017.

52 f.: il.

Orientador: Carlindo Santos Rodrigues.

Coorientador: Marcelo Rocha dos Santos.

Dissertação (Mestrado Profissional em Produção Vegetal no  
Semiárido) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia  
Baiano - *Campus Guanambi*, 2017.

1. Plantas forrageiras. 2. *Opuntia ficus-indica*. 3. Irrigação.
4. Água salina. 5. Semiárido baiano. I. Rodrigues, Carlindo Santos.
- II. Santos, Marcelo Rocha dos. III. Título.

CDU 633.3



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

VARLEY ANDRADE FONSECA

**ESTRATÉGIA DE UTILIZAÇÃO DE ÁGUA SALINA NO CULTIVO DE  
PALMA FORRAGEIRA ‘GIGANTE’**

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

APROVADA: 20 de Fevereiro de 2017

Sérgio Luiz Rodrigues Donato  
D.Sc. Sérgio Luiz Rodrigues Donato  
Membro da Banca - IF Baiano/Guanambi

João Abel da Silva  
D.Sc. João Abel da Silva  
Membro da Banca - IF Baiano/Guanambi

Felizarda Viana Bebê  
D.Sc. Felizarda Viana Bebê  
Membro da Banca - IF Baiano/Guanambi

Carlindo Santos Rodrigues  
D.Sc. Carlindo Santos Rodrigues  
Orientador - IF Baiano/Uruçuca

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus todo poderoso pelo dom supremo da compreensão, presente em todos os momentos de minha vida, concedendo-me força e graça para tudo vencer com sabedoria.

Aos meus pais, Aparecido Barbosa Fonseca e Elenice Fonseca Andrade, pelo amor, confiança e dedicação e aos meus irmãos pelo apoio.

Aos meus avós e tios por todo incentivo e apoio durante esta caminhada.

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Baiano - *Campus Guanambi*, pela oportunidade da realização do curso de mestrado.

Ao Professor Carlindo Santos Rodrigues pela orientação, compreensão, confiança e apoio concedido em todas as etapas.

Ao professor Marcelo Rocha dos Santos pela coorientação, sempre disposto a contribuir para o desenvolvimento do trabalho.

Aos professores João Abel da Silva, Sérgio Luiz Rodrigues Donato e Felizarda Viana Bebé pela participação na banca de avaliação e valiosas sugestões fornecidas.

A todos os professores do Programa de Mestrado Profissional que contribuíram para minha formação acadêmica e pessoal.

Um agradecimento especial à Ana Lucia Santos Pimentel por todo apoio e carinho proporcionado, um verdadeiro exemplo de superação e otimismo, sempre com palavras de incentivo.

Aos colegas de curso Alessandre Gabriel, Alynne, Angel, Cleiton, Geovane, Helder Jean Farley, Luzinaldo e Pablo pelo companheirismo e amizade.

A todos os funcionários do Setor de Agricultura do IF Baiano em especial a Zé por sempre contribuir na realização das atividades.

A Mariza Silva Lima pela grande amizade proporcionada, com palavras de apoio e confiança para concretização dos objetivos.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia - FAPESB pela concessão da bolsa.

Ao CNPq pelo auxílio financeiro para execução do projeto.

A todos aqueles que, de forma direta ou indireta contribuíram para realização deste trabalho e para a minha formação profissional.

Muito obrigado!

## **BIOGRAFIA**

VARLEY ANDRADE FONSECA, natural de Caéite – BA iniciou o curso de graduação Bacharelado em Engenharia Agronômica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus Guanambi* em 2010. Em Março de 2015 concluiu a graduação. Em Maio do mesmo ano ingressou no Curso Mestrado Profissional *Stricto Sensu* em Produção Vegetal no Semiárido do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus Guanambi*, foi bolsista de apoio (FAPESB) concluindo o curso em Fevereiro de 2017.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	9
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2. 1. Palma forrageira .....	11
2. 2. Região semiárida .....	14
2. 3. Irrigação com água salina .....	15
2. 4. Irrigação na palma forrageira .....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3. 1. Descrição das condições experimentais.....	18
3. 2. Tratamentos e delineamento experimental .....	19
3. 3. Instalação e condução do experimento .....	19
3. 4. Variáveis analisadas.....	22
3. 4. 1. Características do solo .....	22
3. 4. 2. Teor de água no solo .....	23
3. 4. 3. Avaliação do sistema de irrigação.....	24
3. 4. 4. Fluorescência da clorofila.....	25
3. 4. 5. Características morfológicas .....	26
3. 4. 6. Características produtivas e eficiência de uso da água.....	27
3. 5. Análise estatística .....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4. 1. Características do solo .....	29
4. 2. Teor de água no solo .....	33
4. 3. Avaliação do sistema de irrigação .....	35
4. 4. Fluorescência da clorofila .....	36
4. 5. Características morfológicas .....	38
4. 6. Características produtivas e eficiência de uso da água .....	41
5. CONCLUSÕES .....	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47

## RESUMO

FONSECA, Varley Andrade, M.Sc. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano *Campus Guanambi*, Fevereiro de 2017. **Estratégia de utilização de água salina no cultivo de palma forrageira ‘Gigante’.** Orientador: Carlindo Santos Rodrigues. Coorientador: Marcelo Rocha dos Santos.

A palma forrageira é considerada uma planta xerófila e por isso apresenta adaptação às condições adversas do semiárido. É uma reserva forrageira de significativa importância na sustentabilidade da pecuária regional, segmento fortemente atingido pela escassez de alimentos no período de estacionalidade. Objetivou-se avaliar a palma forrageira cultivar Gigante submetida a combinações de diferentes lâminas e turnos de rega com água salina. Os tratamentos, sete condições de aplicação de água: sem irrigação; 5 litros de água por metro linear a cada 15 dias; 7% da evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>) com turno de rega (TR) de 15 dias; 15% da ET<sub>0</sub> com TR de sete dias; 33% da ET<sub>0</sub> com TR de Três dias; 50% da ET<sub>0</sub> com TR de dois dias e 100% da ET<sub>0</sub> irrigado diariamente, foram dispostos num delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliadas: condutividade elétrica, características químicas e teor de água do solo; sistema de irrigação; fluorescência da clorofila; altura da planta; número, comprimento, largura e índice de área do cladódio; produção de massa verde e seca e eficiência de uso da água. A utilização da irrigação com água salina ( $3,6 \text{ dS m}^{-1}$ ) em palma forrageira não promove a salinização do LATOSOLO vermelho-amarelo após dois anos de cultivo e período chuvoso. Sistema de irrigação por gotejamento com emissores tipo labirinto *in line*, com utilização de água salina não promove redução da eficiência de aplicação de água. A utilização de água salina ( $3,6 \text{ dS m}^{-1}$ ) na irrigação da palma forrageira não proporciona condição de estresse à cultura pela presença dos sais. A condição de aplicação de água salina de 33% da ET<sub>0</sub> com TR de três dias promove incremento das variáveis altura, número de cladódios, índice de área do cladódio, produção de massa verde e seca de palma forrageira.

**Palavras-chave:** *Opuntia ficus*, irrigação, salinidade.

## ABSTRACT

FONSECA, Varley Andrade, M.Sc. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano *Campus Guanambi*, February de 2017. **Strategy for the use of saline water in forage cactus ‘Giant’ cultivation.** Adviser: Carlindo Santos Rodrigues. Co-adviser: Marcelo Rocha dos Santos.

The forage cactus is considered a xerophilous plant and therefore presents adaptation to the adverse conditions of the semiarid. It is a forage reserve of significant importance in the sustainability of the regional cattle ranch, a segment strongly affected by the scarcity of food in the seasonality period. The objective was to evaluate the forage cactus cultivar Gigante submitted to combinations of different blades and watering shifts with saline water. The treatments, seven conditions of application of water: without irrigation; 5 liters of water per linear meter every 15 days; 7% of the reference evapotranspiration (ETo) with irrigation period (IP) of 15 days; 15% of the ETo with IP of seven days; 33% of ETo with IP of Three days; 50% of ETo with two days IP and 100% of ETo irrigated daily, were arranged in a randomized complete block design with four replications.. The following were evaluated: electrical conductivity, chemical characteristics and soil water content; irrigation system; chlorophyll fluorescence; plant height; number, length, width and area index of the cladodium; Production of green and dry mass and water use efficiency. The use of irrigation with saline water ( $3.6 \text{ dS m}^{-1}$ ) in forage cactus does not promote the salinization of red-yellow latosol after two years of cultivation and rainy season. Drip irrigation system with in-line maze type emitters, with the use of saline water does not promote reduction of water application efficiency. The use of saline water ( $3.6 \text{ dS m}^{-1}$ ) in forage cactus irrigation does not provide a stress condition to the culture by the presence of salts. The condition of application of saline water of 33% of the ETo with IP of three days promotes increment of the variables height, number of cladodes, cladode area index, green mass production and forage palm dry.

**Key words:** *Opuntia ficus*, irrigation, salinity.

## **1. INTRODUÇÃO**

O estado da Bahia possui dois terços do seu território na região semiárida (BRASIL, 2005). Essa região é caracterizada por baixa quantidade e irregularidades das precipitações pluviométricas durante o ano. Isso dificulta o manejo de animais ruminantes em determinada época, pois limita a produção de pastagens naturais de qualidade nutricional para suprir a necessidade alimentar desses animais (ALMEIDA, 2011). Em função dessa condição, pesquisas têm sido realizadas para identificar espécies forrageiras adaptadas ao semiárido e desenvolver técnicas de manejo mais eficientes para obtenção de maiores produtividades.

A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) é considerada uma planta xerófila e por isso apresenta adaptação às condições adversas do semiárido; sua fisiologia é caracterizada pelo processo fotossintético denominado Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM) que resulta em economia hídrica em virtude do fechamento estomático durante o dia, abertura à noite com a fixação de CO<sub>2</sub>; apesar da adaptação, sua produtividade tem sido baixa, principalmente por falta de manejo adequado (DONATO et al., 2014a).

A importância da palma, como reserva forrageira, é significativa na sustentabilidade da pecuária regional, segmento fortemente atingido pela escassez de alimentos. Segundo Ferreira et al., (2008) a cultura apresenta-se como recurso alimentar de extrema importância e devido a sua adaptação às condições edafoclimáticas da região, tem sido frequentemente utilizada na alimentação animal, especialmente nos períodos de longas estiagens. Ademais, esta planta se destaca como um volumoso suculento muito importante para os rebanhos, especialmente no período de indisponibilidade de outras forragens (MORAIS & VASCONCELOS 2007).

Apesar da relevância da palma para a convivência com as condições adversas da região semiárida, o sistema de produção dessa cultura é caracterizado pela baixa adoção de tecnologias o que leva à obtenção de uma produtividade inferior à capacidade da cultura e também tendo em vista as suas múltiplas opções de uso que não são exploradas. Vários estudos têm demonstrado o desempenho de crescimento e produtividade de palma forrageira em diferentes regiões e tipos de manejo para a cultura (NASCIMENTO et al., 2011; CUNHA et al., 2012, SILVA et al., 2012). Nesse sentido, é importante a avaliação de novas tecnologias que sejam capazes de incrementar as produtividades alcançadas atualmente.

Dentre essas tecnologias pode-se destacar a utilização da irrigação como técnica que aumenta o rendimento da cultura. Informações sobre a necessidade hídrica da palma forrageira são escassas especialmente nas condições de semiárido, isso reflete na necessidade de suas determinações visando melhorar a compreensão das respostas produtivas dessa espécie no clima e solo locais (SILVA et al., 2014).

No entanto, a água utilizada para irrigação nas regiões áridas e semiáridas, principalmente as provenientes de poços tubulares, apresenta com frequência altos teores de sais, o que pode ser um risco para a produção agrícola da maioria das culturas (SILVA et al., 2013). O aumento da demanda de recursos hídricos, com a expansão das áreas irrigadas, tem sido objeto de constante preocupação, quando se almeja o desenvolvimento sustentável aliado ao uso racional de recursos naturais (REIS et al., 2011). O aproveitamento das fontes de recursos hídricos salinos e salobros é uma alternativa para mitigar a crise de abastecimento de água, especialmente nas zonas áridas e semiáridas do planeta (EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2012).

Considerando a água um recurso natural com reduzida disponibilidade tanto em qualidade como em quantidade para consumo humano e para a prática agrícola, a inserção de água de qualidade inferior no sistema produtivo torna-se uma alternativa necessária para atender a demanda da irrigação agrícola (SILVA et al., 2014).

Neste contexto, objetivou-se avaliar a palma forrageira cultivar Gigante submetida a combinações de diferentes lâminas e turnos de rega com água salina.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2. 1. Palma forrageira**

A palma forrageira é originária do México, mas possui ampla distribuição geográfica, sendo cultivada na América do Sul, na África, e na Europa (SOUZA et al., 2008).

A palma pertence à Divisão: *Embryophyta*, Sub-divisão: *Angiospermea*, Classe: *Dicotyledoneae*, Sub-classe: *Archiclamideae*, Ordem: *Opuntiales* e Família: *Cactaceae*. Nessa família, existem 178 gêneros com cerca de 2.000 espécies conhecidas. Todavia nos gêneros *Opuntia* e *Nopalea*, estão presentes às espécies de palma mais utilizadas como forrageiras (SILVA & SANTOS, 2007).

A palma Gigante também conhecida como graúda, azeda ou santa, pertence à espécie *Opuntia ficus indica*. Essas plantas apresentam porte bem desenvolvido com caule menos ramificado, o que lhes transmite um aspecto mais ereto e crescimento vertical pouco frondoso. Sua raquete pesa cerca de 1 kg, apresentando até 50 cm de comprimento, forma oval ou sub-ovalada, coloração verde-fosco. As flores são hermafroditas, de tamanho médio, coloração amarela brilhante e cuja corola fica aberta na antese. O fruto é uma baga ovalada, grande, de cor amarela, passando à roxa quando madura. Essa palma é considerada a mais produtiva e mais resistente às regiões secas, no entanto é de menor aceitabilidade e menor valor nutricional (PUPO, 1979).

As características que tornam a palma uma alternativa viável de cultivo na região semiárida está relacionado à presença de cutícula impermeável, menor número de estômatos e ao aparato fotossintético. A cutícula impermeável garante a manutenção do equilíbrio hídrico, retendo água no interior da planta, protegendo contra o ataque de insetos e micro-organismos, refletindo a luz, reduzindo a temperatura interna e regulando a entrada e saída de oxigênio e gás carbônico (ROCHA, 2012).

Por ser uma planta que apresenta Metabolismo Ácido das Crassuláceas (MAC) tem a capacidade de captar a energia solar durante o dia e fixar o CO<sub>2</sub> durante a noite, reduzindo a perda de água por evapotranspiração (RAMOS et al., 2011). Consequentemente, obtém maior eficiência no uso da água, sendo 10 vezes mais eficientes que numa planta C3 (LIRA et al., 2005).

A palma é considerada uma das melhores opções para a produção de forragem em sistema de sequeiro no semiárido, com capacidade de atingir altas produtividades de biomassa por área, sendo a cultura mais estável ao longo do tempo (MENEZES et al.,

2005). Sua estabilidade está associada à disponibilidade ao consumo dos animais, mesmo sob período de estiagem prolongada (SILVA & SANTOS, 2006), e pela capacidade de ser armazenada em campo.

As características climáticas interferem no desenvolvimento e disseminação da palma forrageira no semiárido. Locais com altitudes acima de 300 metros possuem maior potencial para o seu cultivo, pois apresentam noites úmidas e com temperaturas mais amenas (DUQUE, 2004). Precipitações acima de 400 mm por ano também favorece o crescimento da palma. Assim a palma apresenta melhor crescimento onde a umidade relativa média do ar fica acima de 40% e as temperaturas diurna e noturna oscilam em torno de 25 e 15°C. Em algumas regiões do semiárido, a alta temperatura noturna é o principal fator para as menores produtividades ou até a morte das plantas (SANTOS et al., 2006).

A cultura da palma forrageira é relativamente exigente quanto às características físico-químicas do solo. Podem ser cultivadas em áreas com solos de textura arenosa à argilosa, desde que estes sejam férteis. Porém são recomendados solos argilos-arenosos para seu cultivo. Além da fertilidade, solos que apresentam boa drenagem é outra característica fundamental, tendo-se que em áreas sujeitas ao encharcamento não são viáveis para cultivo da palma. A adubação pode ser orgânica e/ou mineral, quando se optar pela adubação orgânica, pode ser utilizado esterco bovino e caprino. Produções máximas de matéria seca é obtida com aplicação de 71,8 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esterco bovino (DONATO et al., 2014a).

A realização do plantio da palma ocorre no terço final do período seco, isso para quando se iniciar o período chuvoso as áreas já estejam implantadas, evitando-se o apodrecimento das raquetes que, plantadas na estação chuvosa, com alto teor de água e em contato com o solo úmido, apodrecem, diminuindo muito a pega devido à contaminação por fungos e bactérias (SANTOS et al., 2006). As mudas para plantio devem permanecer por 15 dias na sombra para perder o excesso de umidade, permitir a cicatrização das injúrias ocorridas no corte e, assim, diminuir as possibilidades de incidência de doenças, após esse período podem ser enterradas pela metade ou 2/3, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular (ALBUQUERQUE; SANTOS, 2005).

O espaçamento utilizado em palma forrageira é um ponto estratégico de manejo para estabelecimento do palmal, pois define a população de plantas, a qual varia conforme a

fertilidade do solo, quantidade de chuvas, finalidade da exploração e com a sua utilização ou não em consórcio com outras culturas (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2009).

O controle de plantas invasoras é essencial, pois beneficia o desenvolvimento da planta, reduzindo ou eliminando, a competição de outras plantas por nutrientes, água e luz. Devido à alta concentração de raízes próxima à superfície do solo, a eliminação das invasoras deve ser realizada com muito cuidado para não provocar ferimentos, os quais servirão de porta de entrada para doenças, podendo reduzir, ainda, a absorção de nutrientes (SANTOS et al., 2002).

Apesar de registros de doenças no Nordeste do Brasil os problemas ocasionados por elas são pequenos e localizados. Quanto à ocorrência de pragas, duas espécies de cochonilhas são os principais problemas: a cochonilha de escamas (*Diaspis echinocacti*-Bouché), um inseto da ordem Hemiptera e família *Diaspididae*, conhecida vulgarmente por escama, piolho ou mofo da palma, e a cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell), pertencente à ordem Hemiptera, família *Dactylopiidae*. O controle desse inseto pode ser mecânico, químico, biológico e com uso de variedades resistentes (CAVALCANTI et al., 2001).

A colheita da palma usualmente é feita a cada dois anos, no entanto em plantios adensados a colheita pode ser anual, dependendo da necessidade do produtor e é mais recomendado para manejo de pragas. Resultados demonstram a necessidade de preservar uma área de cladódio residual para promover uma rebrota vigorosa e maior longevidade dos palmais (SANTOS et al., 2006). Após a colheita, a palma pode ser fornecida diariamente aos animais ou pode ser colhida e armazenada por até 16 dias sem alterar o consumo de matéria seca e a produção de leite (SANTOS et al., 1998).

A palma é uma planta forrageira de alta produtividade, consumida por várias espécies animais e o homem, suas utilizações são inúmeras e variam desde o consumo *in natura*, até a produção de farelos ou como emoliente adicionada a restos culturais, palhadas e subprodutos industriais compõe até 80% da dieta dos animais, sobretudo no período de estiagem (SOARES II & SILVA JÚNIOR, 2012).

A grande utilização da palma como fonte de alimentação animal no período de estiagem nas regiões semiáridas é justificada pelas suas qualidades como: forrageira rica em água; mucilagem e resíduo mineral; apresenta alto coeficiente de digestibilidade da matéria seca e tem alta produtividade (SILVA & SANTOS, 2006). A elevada umidade encontrada na palma forrageira é uma característica importante, pois atende grande

parte da necessidade de água dos animais, principalmente no período seco do ano (SANTOS et al., 2001).

A palma forrageira é rica em carboidratos não fibrosos (61,79%) e nutrientes digestíveis totais (62%). Porém, apresenta baixos teores de matéria seca (11,7%), proteína bruta (4,8%), fibra em detergente neutro - FDN (26,87%), fibra em detergente ácido - FDA (18,9%) e teores consideráveis de matéria mineral (12,04%), assim não pode ser fornecida de forma exclusiva aos animais, pois apresenta limitações quanto ao valor protéico e de fibra, não conseguindo assim, atender as necessidades nutricionais do rebanho (ROCHA, 2012). Além disso, quando a palma é fornecida isoladamente provoca distúrbios metabólicos, tais como, diminuição da ruminação e diarréias (ALMEIDA, 2012). Então, torna-se necessário o seu uso com alimentos volumosos e fontes proteicas (OLIVEIRA et al., 2011). Salienta-se que apesar dos teores apresentados, pesquisas com melhoria no manejo da cultura como adubação orgânica e química têm proporcionado teores consideráveis de proteína bruta na palma forrageira (DONATO et al., 2014b; SILVA et al., 2013) o que a torna um alimento indispensável na alimentação animal.

## **2. 2. Região semiárida**

A região semiárida apresenta uma área territorial de 980.133,07 km<sup>2</sup>, abrange 1.135 municípios, destes, 1.050 estão situados em 8 estados do Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe) e os demais 85 municípios pertencem a Minas Gerais, região Sudeste do Brasil (BRASIL, 2005).

Para enquadramento dos municípios na região semiárida, estes devem apresentar pelos menos um dos seguintes critérios: Precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros; índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990; risco de seca ou prolongamento da estação seca, de um ano para outro, maior que 60%, tomado-se por base o período entre 1970 e 1990. Esta região possui diversas áreas naturais que são compostas por topografias, solos, precipitações pluviométricas e pluriatividades distintas (INSA, 2014).

O clima da região Semiárida apresenta-se como fator de destaque, pois é responsável pela variação dos outros elementos que compõem as paisagens. Ao clima estão adaptados a vegetação e os processos de formação do relevo, com predomínio de um

processo sobre outro e de acordo com a época do ano, período seco ou chuvoso. Os solos são, em geral, pouco desenvolvidos em função das condições de escassez das chuvas, tornando os processos químicos mitigados (ARAÚJO, 2011).

A precipitação pluviométrica da região semiárida é marcada por chuvas irregulares, tanto na distribuição no espaço quanto no tempo. A agricultura e pecuária é bastante afetada pelos períodos prolongados de estiagem que ocorrem, mesmo em anos em que o total de chuva é próximo ou acima da média, ocorre uma distribuição irregular durante o ano. As chuvas no semiárido são concentradas em poucos meses (3-4 meses), geralmente intensas e ocorrem em poucos dias do ano, isso dificulta a produção e disponibilidade de forragem para os animais no período sem chuvas (CORREIA et al., 2010).

Nas regiões semiáridas os rios são, em grande escala, intermitentes ou mesmo efêmeros, motivo pelo qual os mesmos não podem ser considerados como fonte hídrica garantida (ARAÚJO, 2012). Já a água subterrânea geralmente é imprópria para ser utilizada na irrigação, pois o subsolo é formado em 70% por rochas cristalinas, rasas, o que dificulta a formação de mananciais perenes e a potabilidade da água, normalmente salinizada (MALVEZZI, 2007).

A baixa disponibilidade de água de qualidade na região semiárida é um ponto determinante no desenvolvimento da agricultura irrigada e pecuária. Alternativas como a utilização de fontes de águas salinas em culturas que toleram os seus efeitos adversos, é importante para propiciar uma melhoria dos índices produtivos da região.

## **2. 3. Irrigação com água salina**

O conhecimento da qualidade da água utilizada na irrigação é essencial para evitar perdas significativas no rendimento das culturas. Em diversas partes do mundo a agricultura enfrenta problemas com a disponibilidade de recursos hídricos adequados, fazendo com que muitos agricultores utilizem água de qualidade inferior na irrigação das culturas, deste modo, é necessário avaliar sua qualidade e realizar um manejo rigoroso visando sua utilização (TRAVASSOS et al., 2012).

A perspectiva do futuro da agricultura irrigada deverá incluir a utilização de água que possuam níveis mais elevados de sais solúveis, particularmente em regiões semiáridas (MALASH et al., 2008). Diante da escassez de recursos hídricos de qualidade para

irrigação o aproveitamento de fontes hídricas com características salinas torna-se uma alternativa importante para desenvolvimento da agricultura irrigada.

A água utilizada para irrigação tem sua qualidade definida em função de três critérios que são: a sua salinidade que avalia o risco de aumentar a concentração de sais solúveis no solo, com o correspondente efeito osmótico; a sua sodicidade que avalia o risco de elevar a percentagem de sódio trocável, causando deterioração na estrutura do solo e por fim a sua toxicidade que avalia o acúmulo de determinados íons nos tecidos das plantas (ALMEIDA, 2010).

O manejo inadequado da irrigação com água salina pode promover prejuízos no sistema produtivo, devido o aumento excessivo da concentração sais no solo promover a sua degradação e impossibilitar o rendimento das culturas. O efeito da salinidade no solo está relacionado à modificação da sua estrutura, a qual ocorre basicamente pela interação eletroquímica existente entre os cátions e a argila. O aumento da concentração de sódio trocável no solo poderá torná-lo adensado, compacto em condições secas, disperso e pegajoso em condições molhadas (DIAS & BLANCO, 2010). A concentração de sódio no solo é capaz de promover a dispersão das partículas de argila, tornando o solo pulverizado, provocando entupimentos nos microporos, redução da aeração e infiltração de água (GASPARETTO et al., 2009).

Um dos principais efeitos da salinidade é o efeito osmótico, o qual ocorre devido à presença de sais no solo que aumenta as forças de retenção de água, reduz sua disponibilidade para as plantas e consequentemente reduz também a disponibilidade de nutrientes. O aumento da pressão osmótica causado pelo excesso de sais solúveis na solução do solo poderá atingir um nível em que as plantas não terão força de sucção suficiente para superar o potencial osmótico e, em virtude disso, a planta não irá absorver água, e consequentemente nutrientes, devido à condição de estresse hídrico, sendo este processo também denominado de seca fisiológica (DIAS & BLANCO, 2010). Outro efeito provocado pela salinização é o desequilíbrio nutricional da planta provocado pelo excesso de sais na absorção e transporte de nutrientes promovendo assim a redução do desenvolvimento vegetal (CAVALCANTE et al., 2010).

A toxicidade em plantas provocadas pela utilização de água salina acontece, principalmente devido à presença dos íons de cloro, sódio e boro. Estes íons ao serem absorvidos pelas plantas são acumulados nos seus tecidos em concentrações suficientemente altas a um nível que possa provocar danos às culturas e reduzir seu rendimento (SILVA et al., 2011).

Estabelecer a tolerância das culturas à salinidade é de suma importância para ter o controle eficiente da irrigação em cada cultura, a fim de promover a lavagem, mantendo a salinidade do solo na zona radicular até um nível tolerado pelas plantas (MEDEIROS et al., 2008). Estudos com utilização da irrigação com água salina em culturas adaptadas na região semiárida são necessários para elucidar o nível de tolerância dessas culturas ao estresse salino e ao mesmo tempo permitir a aproveitamento de água de qualidade inferior no sistema produtivo.

## 2. 4. Irrigação na palma forrageira

Por apresentar o metabolismo ácido das crassuláceas a palma forrageira apresenta como uma cultura que possui baixa exigência hídrica. No entanto o rendimento da palma em certas regiões do semiárido pode ser comprometido, em casos onde as plantas podem até morrer devido às condições de perda excessiva de água, baixa umidade, alta evapotranspiração e déficit hídrico, e elevadas temperaturas, especialmente no período noturno (LIMA et al., 2016).

Apesar de, a agricultura irrigada apresentar certa limitação na região semiárida, a utilização da irrigação localizada no cultivo da palma pode ser uma opção interessante, com utilização mínima de água em sistema de gotejamento (SILVA et al., 2012).

Queiroz et al., (2015) em estudo avaliando as características morfofisiológicas e produtividade da palma forrageira em diferentes lâminas de irrigação encontraram que valores médios do número de cladódios, biomassa verde e seca durante 380 dias, em condições irrigadas, foram superiores aos observados na literatura em cultivos de sequeiro, inclusive em ciclos com duração maior.

Lima et al., (2015) encontraram uma produção de matéria seca de  $23,04 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ <sup>1</sup> com palma Miúda irrigada com água salina, na densidade de 50 mil plantas, preservando os cladódios secundários e com adubação química e orgânica.

Freire (2012), avaliando a palma miúda em função da frequência de irrigação e níveis de salinidade na água obtida por adição cloreto de sódio e cultivada em vasos, encontrou que o nível de salinidade de  $3,6 \text{ dS m}^{-1}$ , frequência de irrigação de 7 dias proporcionaram plantas de palma com maior percentual de danos e menor produtividade, indicando assim sensibilidade da planta ao estresse salino.

Pesquisas com a utilização de água com salinidade natural na irrigação de palma forrageira e desenvolvida em condições de campo fazem-se necessárias para expressar o potencial do estresse salino no rendimento desta cultura.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3. 1. Descrição das condições experimentais

O experimento foi realizado no setor de agricultura do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Baiano *Campus Guanambi*, localizado no Município de Guanambi, Micro Região da Serra Geral, Sudoeste da Bahia, com latitude de 14°17'27" sul, longitude de 42°46'53" oeste de Greenwich, altitude de 537 m, precipitação de 680 mm e temperatura média de 26° C.

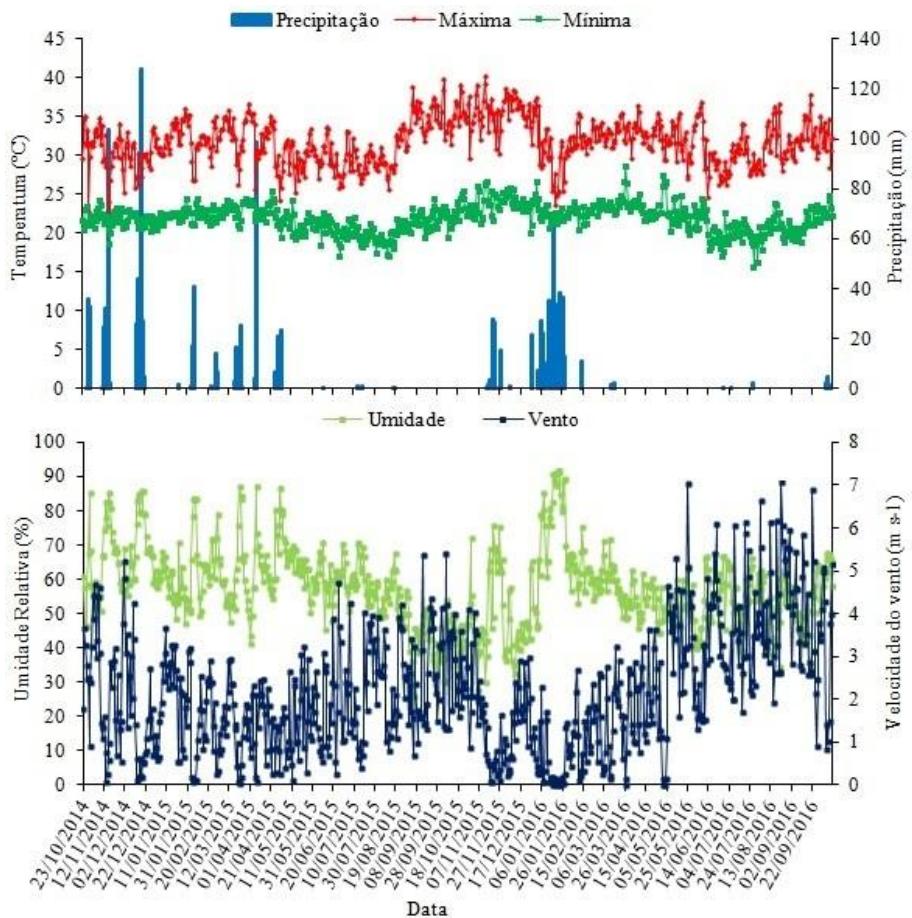
O experimento foi conduzido no período compreendido entre outubro de 2014 a outubro de 2016 num LATOSOLO VERMELHO-AMARELO, cuja caracterização físico-química do solo antes da implantação consta na Tabela 1. Neste período, os principais elementos do clima foram obtidos por uma estação meteorológica próxima da área experimental (Figura 1).

**Tabela 1.** Características química e física do solo da área experimental

Parâmetros	Unidade	Profundidade	
		0 - 20 cm	20 - 40 cm
pH (H <sub>2</sub> O)		5,7	5,3
P	mg dm <sup>-3</sup>	23,5	5,8
K <sup>+</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	108,0	104,0
Na <sup>+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,1	0,1
Ca <sup>2+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	1,4	1,2
Mg <sup>2+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,6	0,4
Al <sup>3+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,0	0,0
H+Al	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	1,7	1,5
S.B. <sup>1</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	2,4	1,9
t <sup>2</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	2,4	1,9
T <sup>3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	4,1	3,5
V <sup>4</sup>	%	58,0	56,0
B	mg dm <sup>-3</sup>	0,3	0,2
Cu	mg dm <sup>-3</sup>	0,4	0,2
Fe	mg dm <sup>-3</sup>	16,0	17,9
Mn	mg dm <sup>-3</sup>	32,5	21,8
Zn	mg dm <sup>-3</sup>	2,1	1,2
CE <sup>5</sup>	dS m <sup>-1</sup>	0,7	0,8
Classe Textural		Franco argilo arenoso	

<sup>1</sup> soma de bases; <sup>2</sup> capacidade de troca catiônica efetiva, CTC efetiva; <sup>3</sup> CTC a pH 7,0;

<sup>4</sup> saturação por bases; <sup>5</sup> condutividade elétrica.



**Figura 1.** Temperatura máxima e mínima, umidade relativa e velocidade do vento durante o período experimental. Estação automática. IF Baiano - *Campus Guanambi*, 2014-2016.

### 3. 2. Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos, sete condições de aplicação de água: sem irrigação; cinco litros de água por metro linear a cada 15 dias; 7% da evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>) com turno de rega (TR) de 15 dias; 15% da ET<sub>0</sub> com TR de sete dias; 33% da ET<sub>0</sub> com TR de Três dias; 50% da ET<sub>0</sub> com TR de dois dias e 100% da ET<sub>0</sub> irrigado diariamente, foram dispostos num delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições, totalizando 28 unidades experimentais.

Cada unidade experimental foi constituída de três fileiras de plantas com 8 m de comprimento, em que as plantas úteis foram localizadas nas três fileiras e nos 4 m centrais, com uma área de 20 m<sup>2</sup>.

### 3. 3. Instalação e condução do experimento

O plantio da palma (*Opuntia ficus-indica* Mill) cultivar Gigante foi realizado no dia 23 e 24 de outubro de 2014 e a cultura conduzida durante dois ciclos de produção. A área para implantação recebeu aração e gradagem para posterior plantio. Os sulcos de plantio foram feitos com sulcador a uma profundidade de 20 cm onde foram acomodados os cladódios. O espaçamento utilizado foi de 0,14 m entre plantas e 1 m entre fileiras, dispostas em fileiras triplas, espaçadas 3,0 m uma da outra.

Os dados da evapotranspiração de referência (ETo) foram obtidos da estação meteorológica instalada próxima à área de implantação do experimento. Diariamente foram baixados os dados de ETo e calculado o tempo de irrigação para cada tratamento, conforme equação 1, para faixa contínua molhada (SANTOS & BRITO, 2016).

$$TI = \frac{ETo \times El \times Eg \times Kl}{q \times Ea} \quad (1)$$

em que,

TI é o tempo de irrigação (horas);

ETo é a evapotranspiração de referência (mm);

El é o espaçamento entre linhas (m);

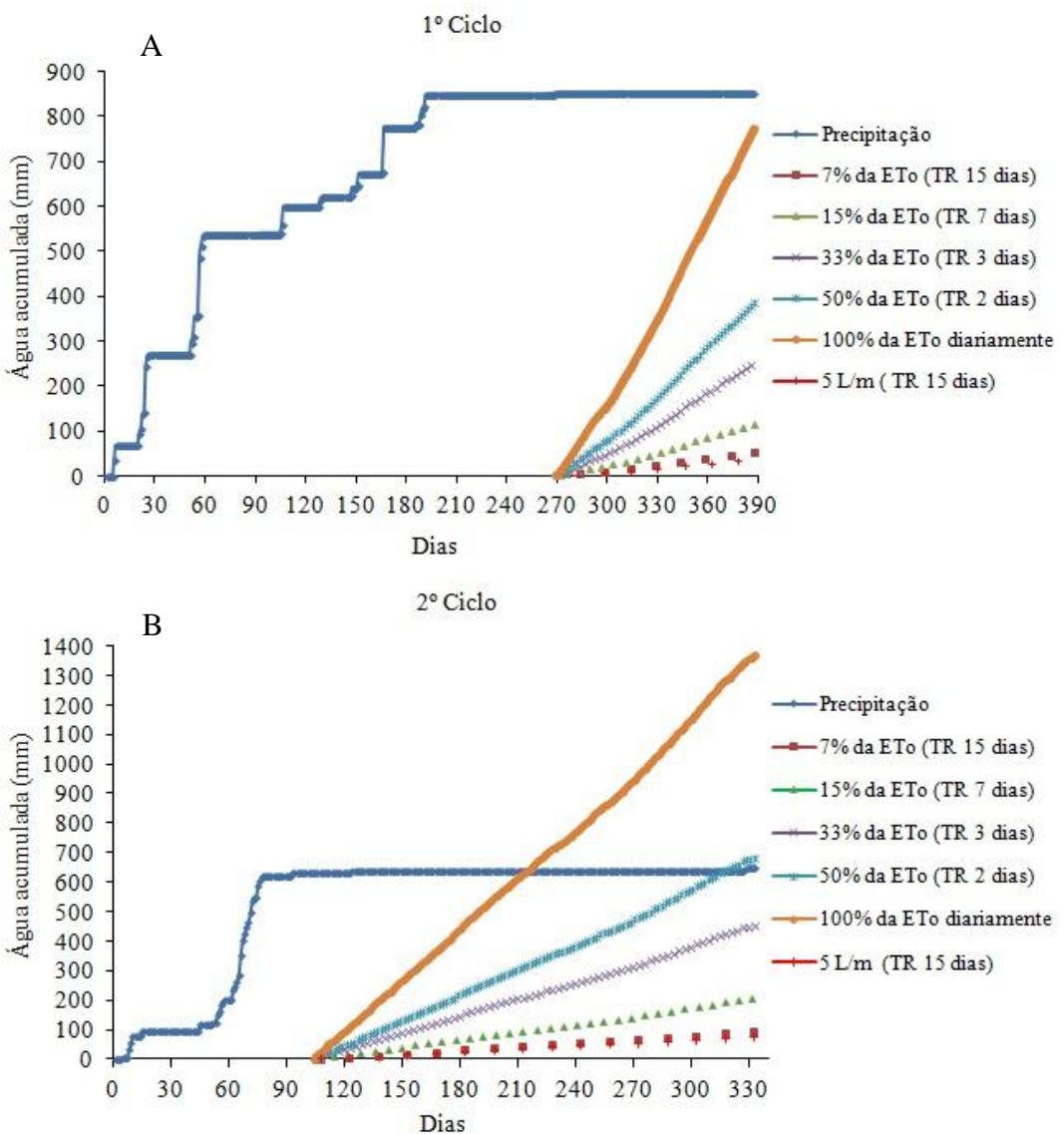
Eg é o espaçamento entre gotejadores (m);

Kl é o coeficiente de localização;

q é a vazão do emissor ( $L h^{-1}$ );

Ea é a eficiência de aplicação (%).

As linhas principais e de derivação para ambas as águas foram de PVC com diâmetro de 50 mm. As linhas laterais foram de mangueira 16 mm com emissores tipo labirinto *in line* com vazão de  $4 L h^{-1}$ , espaçados em 0,5 m. Foi monitorado o acúmulo de água nas diferentes condições de aplicação de água nos dois ciclos de produção (Figura 2).



**Figura 2.** Acúmulo de água no primeiro (A) e segundo ciclo (B) de produção de palma forrageira ‘Gigante’. IF Baiano - Campus Guanambi, 2017.

A água utilizada no tratamento com aplicação de 5 litros de água por metro linear a cada 15 dias, apresentava condutividade elétrica (CEa) de  $0,75 \text{ dS m}^{-1}$ , com classificação C2S1. Para os demais tratamentos a água utilizada foi proveniente de poço tubular com as seguintes características: pH de 6,4, condutividade elétrica de  $3,6 \text{ dS m}^{-1}$ ,  $11,90 \text{ mg L}^{-1}$  de cálcio,  $9,54 \text{ mg L}^{-1}$  de magnésio,  $0,48 \text{ mg L}^{-1}$  de potássio,  $30,40 \text{ mg L}^{-1}$  de sódio,  $0,00 \text{ mg L}^{-1}$  de carbonato,  $4,10 \text{ mg L}^{-1}$  de bicarbonato e  $34,80 \text{ mg L}^{-1}$  de cloreto, classificada como C4S1 conforme (AYERS & WESTCOT, 1985).

Foi realizada adubação orgânica de fundação com aplicação de  $30 \text{ t ha}^{-1}$  de esterco bovino e outra adubação de cobertura após o plantio com a dose de  $60 \text{ t ha}^{-1}$ , totalizando  $90 \text{ t ha}^{-1}$  no ciclo da cultura. Na implantação também foi realizada uma adubação

química com a aplicação 300 Kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O utilizando como fonte o cloreto de potássio e 150 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> utilizando como fonte superfosfato simples. Após colheita do primeiro e início do segundo ciclo de produção foi realizada uma nova adubação orgânica e química com as mesmas dosagens utilizadas na implantação da cultura. Durante a condução do experimento foi realizado todos os tratos culturais, afim e proporcionar condições ideais ao desenvolvimento da cultura. O controle de plantas invasoras foi realizado com o uso da enxada e herbicida, glifosato na dose de 200 mL 20 L<sup>-1</sup> de água, com uma aplicação no período chuvoso de cada ciclo.

A aplicação dos tratamentos foi iniciada aos 266 dias após o plantio (DAP). As avaliações do primeiro ciclo foram realizadas aos 120 dias após o início da aplicação dos tratamentos. Ao término da colheita a aplicação dos tratamentos foi suspensa por 102 dias devido à ocorrência de chuvas nesse período. As avaliações do segundo ciclo foram realizadas aos 230 dias após início da aplicação dos tratamentos.

### **3. 4. Variáveis analisadas**

#### **3. 4. 1. Características do solo**

Para verificação do nível de salinidade do solo com a aplicação das diferentes condições de aplicação de água foram coletadas amostras de solo nas profundidades 0 - 20 cm e 20 - 40 cm, a uma distância de 20 cm da planta. As coletas foram realizadas em três épocas, sendo uma no final do primeiro ciclo da cultura, outra no final do segundo ciclo e por fim uma após o período chuvoso.

A determinação da salinidade foi realizada conforme a metodologia descrita por Richards (1954), na qual se determina a condutividade elétrica do extrato da pasta saturada do solo. Inicialmente foi pesado 400 g de solo, em seguida foi adicionando água deionizada até a formação de uma pasta brilhante. Mediante succão à vácuo foi obtido extrato saturado, no qual se realizou a leitura da condutividade elétrica (Figura 3A e 3B).



**Figura 3.** Pasta saturada (A) e sucção do extrato da pasta saturada em bomba de vácuo (B). IF Baiano - *Campus Guanambi*, 2017.

Para análise química do solo foram coletadas amostras de solo em cada parcela experimental na profundidade de 0-20 cm a uma distância de 20 cm da planta. As amostras foram levadas para o laboratório de solos do IF Baiano, *Campus Guanambi*, onde foram secas ao ar, destoroadas e passadas em peneiras de malha de 2 mm, posteriormente enviadas ao laboratório da EPAMIG-URENM (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - Unidade Regional Epamig Norte de Minas), para análise química conforme Embrapa (1997).

### 3. 4. 2. Teor de água no solo

A determinação do teor de água no solo foi realizada através de sondas de TDR (Reflectometria no Domínio do Tempo), as quais foram confeccionadas em laboratório. As sondas foram compostas de três hastes de 14 cm de comprimento, onde apresentava 11 cm de comprimento efetivo e 3 cm de comprimento coberto por resina. As hastes foram espaçadas, entre si 1,7 cm.

As sondas de TDR foram instaladas a 20 cm da planta nas profundidades de 10 e 30 cm em cada condição de aplicação de água e as leituras foram realizadas durante 82 dias, antes da irrigação, apenas para caracterização da umidade do solo. As leituras do teor de água no solo foram realizadas por meio do acoplamento das sondas a uma TDR interligado ao computador com uso do software PCTDR.

Para obter o teor de água com o uso da TDR são necessárias calibrações para diferentes tipos de solo, a fim de que se obtenha o valor correto do conteúdo volumétrico de água. Foram coletadas amostras deformadas de solo na unidade experimental para calibração das sondas conforme Santos et al., (2010). Nestas foram

determinadas as constantes dielétricas (Ka) com a utilização da TDR e os teores de água da amostra por gravimetria, desde a saturação até valores próximos ao ponto de murcha permanente. Os valores de teores de água ( $\theta$ ) e constante dielétrica (Ka) foram correlacionados, o que gerou um modelo de regressão para o solo que possibilitou a estimativa dos teores de água nos solos em função de valores de constante dielétrica obtidas com utilização da TDR (Equação 2).

$$\theta = 0,017 \text{ Ka} - 0,0839; R^2 = 0,99 \quad (2)$$

### **3. 4. 3. Avaliação do sistema de irrigação**

A avaliação do sistema de irrigação foi realizada somente nos tratamentos que utilizaram a água de  $3,6 \text{ dS m}^{-1}$ . Foram realizadas duas avaliações sendo a 180 e 360 dias após a instalação do sistema de irrigação.

Para a avaliação do sistema, utilizou-se a metodologia proposta por Keller & Karmeli (1975), a qual recomenda a obtenção das vazões em quatro pontos ao longo da linha lateral, em emissores compreendidos no  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{2}{4}$ ,  $\frac{3}{4}$  e  $\frac{4}{4}$  da lateral. O volume de água coletado com o auxílio de uma proveta para cada gotejador em período de tempo fixo foi, posteriormente, convertido em vazão ( $\text{L h}^{-1}$ ). Com os valores de vazão dos emissores foram determinados os Coeficientes de Uniformidade de Christiansen (CUC), Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), Coeficiente de Uniformidade Estatística (CUE) e Eficiência de Aplicação (Ea), conforme as equações 3, 4, 5 e 6 respectivamente.

$$CUC = 100 \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^N |Li - Lm|}{N \times Lm} \right) \quad (3)$$

$$CUD = \frac{Lq_{25}}{Lm} \quad (4)$$

$$CUE = 100 \left( 1 - \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N |Li - Lm|^2}{(n-1) \times Lm^2}} \right) \quad (5)$$

$$Ea = Ks \times CUD \quad (6)$$

em que,

CUC é o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (%);

CUD é o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (%);

CUE é o Coeficiente de Uniformidade Estatístico (%);

Ea é a Eficiência de aplicação (%);

Li é a Lâmina obtida no i-ésimo coletor (mm) ou vazão obtida no i-ésimo emissor ( $L h^{-1}$ );

Lm é a Lâmina média (mm) ou vazão média ( $L h^{-1}$ ) de todas as observações;

N é o Número de coletores ou de emissores;

Lq<sub>25</sub> é a Média de 25% das lâminas (mm) ou vazões ( $L h^{-1}$ ) com menores valores;

Ks é o Coeficiente de transmissividade de 0,90.

A pressão utilizada para o manejo diário do sistema de irrigação e para realização da avaliação foi de 2 Kgf cm<sup>-2</sup>. Para controle da pressão foi instalado um manômetro tipo Bourdon fixo com faixa de leitura de 0 - 10 Kgf cm<sup>-2</sup> no início das linhas de derivação.

### 3. 4. 4. Fluorescência da clorofila

A leitura da fluorescência da clorofila foi realizada através de fluorômetro de luz modulada, modelo OS1-FL da marca OPTI-Sciences. As leituras foram realizadas em três plantas dentro da parcela útil. As pinças para a medição da fluorescência da clorofila *a* foram colocadas no terço médio do cladódio, o qual sustentava de dois a três outros cladódios, e a medição foi feita após cinco minutos de adaptação ao escuro, com emissão de um pulso de luz saturante de 0,3 s, sob frequência de 0,6 KHz, quando foi avaliado a fluorescência inicial (F<sub>0</sub>), máxima (F<sub>m</sub>), variável (F<sub>v</sub>) e a eficiência fotoquímica (F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>). Durante as medidas, foi utilizada uma pinça para adaptação dos cloroplastos ao escuro, para que todos os centros de reação do fotossistema II (PSII) adquirissem a condição de “abertos” e a perda de calor fosse mínima (STRAUSS et al., 2006).

Também foram realizadas leituras com os cladódios adaptadas ao claro, na qual foram aplicados pulsos saturantes para a determinação da fluorescência da clorofila no estado estacionário (F<sub>s</sub>), fluorescência máxima à luz (F<sub>ms</sub>), fluorescência variável à luz

(Fvs) e rendimento quântico do fotossistema II (Yield). Foram realizadas três leituras de escuro e uma de claro em cada planta identificada.

### 3. 4. 5. Características morfológicas

As características morfológicas avaliadas foram: altura da planta, número de cladódios por planta, comprimento, largura e índice de área de cladódio. Para avaliação foram escolhidas aleatoriamente seis plantas nos quatro metros centrais da parcela experimental. Para determinação da altura de planta, largura e comprimento de cladódio foi utilizada trena milimétrada. Na medição de altura da planta considerou-se desde o solo até a extremidade do artí culo mais alto (Figura 4).



**Figura 4.** Determinação de altura da planta de palma forrageira ‘Gigante’. IF Baiano - Campus Guanambi, 2017.

Na determinação do comprimento (Figura 5A) e a largura (Figura 5B) dos cladódios considera-se a região que apresenta maior valor, foram mensurados todos os cladódios das plantas avaliadas.



**Figura 5.** Determinação do comprimento (A) e largura (B) do cladódio de palma forrageira ‘Gigante’. IF Baiano - *Campus Guanambi*, 2017.

O índice de área do cladódio foi estimado com os dados obtidos do comprimento e largura. Primeiramente foi determinada a área do cladódio conforme metodologia descrita por Pinto et al., (2002), (Equação 7).

$$ACL = CCL \times LCL \times 0,693 \quad (7)$$

em que,

ACL é a área do cladódio ( $\text{cm}^2$ )

CCL é o comprimento do cladódio (cm);

LCL é a largura do cladódio; e

0,693 é o fator de correção em função da forma de elipse do cladódio.

Em função da área dos cladódios da planta foi calculado o índice de área do cladódio (IAC). O IAC mensura a área total dos cladódios da planta, levando em consideração os dois lados do cladódio e divide pela área ocupada pela planta no solo ( $\text{m}^2$  de área de cladódio  $\text{m}^{-2}$  de solo), determinando dessa maneira a área fotossinteticamente ativa da planta.

### 3. 4. 6. Características produtivas e eficiência de uso da água

No momento da colheita todas as plantas da parcela útil foram colhidas com o auxílio de uma faca, realizando-se o corte de todos os cladódios e preservando somente o cladódio “mãe” (cladódio utilizado no plantio). O corte foi realizado na junção entre os cladódios afim de não provocar danos no cladódio preservado. Todos os cladódios

colhidos na parcela foram acondicionados em caixas para realização da pesagem e determinou-se a produção de matéria verde (PMV) ( $Mg\ ha^{-1}$ ).

A produção de matéria seca (PMS) foi determinada em função do teor de matéria seca (MS) do tratamento multiplicado pela produção de massa verde (PMV), obtendo assim a PMS ( $Mg\ ha^{-1}$ ).

A eficiência de uso da água foi obtida pelo quociente entre a produtividade da cultura e o volume total de água aplicado pelos diferentes tratamentos, somada com a precipitação ocorrida durante o ciclo da cultura (Equação 8).

$$EUA = \frac{PROD}{LBA + P} \quad (8)$$

em que,

EUA é a eficiência de uso da água ( $kg\ ha^{-1}\ mm^{-1}$ );

PROD é a produtividade, ( $kg\ ha^{-1}$ );

LBA é a lâmina bruta aplicada (mm); e

P é a precipitação (mm).

Também foi determinada a eficiência econômica de uso da água considerando somente as lâminas aplicadas em cada tratamento irrigado, a qual foi obtida pelo quociente entre a produtividade e a lâmina bruta aplicada. Foram consideradas duas eficiências de uso da água, uma considerando a produção de massa verde e outra considerando a produção de massa seca.

### 3. 5. Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I. As médias foram agrupadas pelo critério de Skott-Knott a 5% de probabilidade. Para realizar a análise estatística utilizou-se o programa estatístico “R”, R Development Core Team (2012).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4. 1. Características do solo

A condutividade elétrica do solo de 0 a 20 cm apresentou diferença significativa ( $p<0,01$ ) na avaliação no final do primeiro e do segundo ciclo para as condições de aplicação de água. No final do primeiro ciclo e após a chuva na profundidade de 20 a 40 cm a condutividade apresentou diferença ( $p<0,05$ ) e no final do segundo ciclo diferença ( $p<0,01$ ) para as condições de aplicação de água (Tabela 2).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância com os respectivos quadrados médios para a condutividade elétrica do solo ( $dS m^{-1}$ ) cultivado com palma forrageira ‘Gigante’ submetida a diferentes lâminas de irrigação associadas a turnos de rega. IF Baiano - Campus Guanambi, 2017

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios					
		Final do 1º Ciclo		Final do 2º Ciclo		Após a chuva	
		0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
Tratamento	6	2,69**	1,79*	8,03**	1,19**	0,03 <sup>NS</sup>	0,26 *
Bloco	3	0,67 <sup>NS</sup>	1,22 <sup>NS</sup>	4,86*	0,91*	0,06 <sup>NS</sup>	0,20 <sup>NS</sup>
Resíduo	18	0,41	0,46	1,43	0,19	0,05	0,07

<sup>NS</sup> não significativo, \* significativo a 5% e \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Na profundidade de 0 a 20 cm no final do primeiro ciclo os maiores valores de condutividade elétrica agruparam-se nas condições de 7% da ETo com TR de 15 dias, 15% da ETo com TR de sete dias, 33% da ETo com TR de três dias; 50% da ETo com TR de dois dias e 100% da ETo irrigado diariamente, diferindo das demais condições (Tabela 3). No final do segundo ciclo as condições de 33% da ETo com TR de três dias; 50% da ETo com TR de dois dias e 100% da ETo irrigado diariamente agruparam-se com as maiores médias, diferindo das demais condições. Houve acréscimo de 3,93  $dS m^{-1}$  na salinidade do solo inicial em relação ao maior valor obtido 4,63  $dS m^{-1}$  na condição 33% da ETo com TR de três dias. Após a chuva não houve diferença significativa da salinidade do solo entre as diferentes condições de aplicação de água, apresentando um valor médio de 0,52  $dS m^{-1}$ . Esse valor é menor que ao apresentado pelo solo inicial (0,7  $dS m^{-1}$ ), o que indica que após o período chuvoso o solo voltou as suas condições iniciais quanto a salinidade.

Na profundidade de 20 a 40 cm no final do primeiro ciclo o solo apresentou maiores valores de condutividade elétrica nas condições de aplicação de água de 15% da ETo com TR de sete dias, 33% da ETo com TR de três dias e 100 da ETo irrigado

diariamente, as quais se agruparam e diferiram das demais condições. No final do segundo ciclo condições de 7% da ETo com TR de 15 dias, 15% da ETo com TR de sete dias, 33% da ETo com TR de três dias; 50% da ETo com TR de dois dias e 100% da ETo irrigado diariamente agruparam-se com maiores valores médio e diferiram das demais condições. Houve acréscimo de  $1,69 \text{ dS m}^{-1}$  na salinidade do solo inicial em relação ao maior valor obtido  $2,49 \text{ dS m}^{-1}$  na condição 33% da ETo com TR de três dias. Após as chuvas os maiores valores de condutividade elétrica formaram agrupamento com as condições 33% da ETo com TR de três dias; 50% da ETo com TR de dois dias e 100% da ETo irrigado diariamente e diferiram das demais condições. Os maiores valores obtidos nessas condições após as chuvas estão relacionados ao maior acúmulo de sais no final do segundo ciclo e a não lixiviação completa no perfil. Vale ressaltar que a salinidade encontrada nessa profundidade não é considerada elevada e que no momento da avaliação não tinha ocorrido todo volume da precipitação média anual na região, fato que pode promover uma maior lixiviação de sais dessa camada.

Estes resultados indicam que após o período chuvoso houve uma lixiviação dos sais acumulados com a aplicação da água salina nos dois ciclos de produção.

**Tabela 3.** Valores médios de condutividade elétrica do solo cultivado com palma forrageira ‘Gigante’ submetida a diferentes lâminas de irrigação associadas a turnos de rega. IF Baiano – Campus Guanambi, 2017

Tratamentos	Condutividade elétrica ( $\text{dS m}^{-1}$ )					
	Final do 1º Ciclo		Final do 2º Ciclo		Após a chuva	
	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
Sem Irrigação	0,93 B	1,28 B	1,11 B	1,28 B	0,52 A	0,91 B
5 L $\text{m}^{-1}$ a cada 15 dias	0,55 B	0,84 B	1,07 B	1,28 B	0,49 A	0,70 B
7% da ETo (TR de 15 dias)	2,37 A	1,54 B	2,17 B	2,60 A	0,48 A	0,70 B
15% da ETo (TR de 7 dias)	2,65 A	2,23 A	2,44 B	1,97 A	0,42 A	0,98 B
33% da ETo (TR de 3 dias)	2,21 A	1,99 A	4,63 A	2,49 A	0,68 A	1,19 A
50% da ETo (TR de 2 dias)	1,72 A	1,62 B	4,06 A	2,36 A	0,49 A	1,31 A
100% da ETo diariamente	2,52 A	2,88 A	3,67 A	2,16 A	0,55 A	1,27 A
Média	1,85	1,77	2,74	2,02	0,52	1,01
CV (%)	34,53	38,19	43,72	21,53	44,56	27,08

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas pertencem ao mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

TR - Turno de rega.

Os valores de pH, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, capacidade de troca catiônica efetiva, saturação por bases e manganês apresentaram diferença significativa ( $p<0,01$ ) com as diferentes condições de aplicação de água (Tabela 4). Os valores de hidrogênio

mais alumínio, cobre e zinco também diferiram ( $p<0,05$ ) com as diferentes condições. As demais características químicas do solo não apresentaram diferença significativa.

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância com os respectivos quadrados médios para as características químicas do solo cultivado com palma forrageira ‘Gigante’ submetida a diferentes lâminas de irrigação associadas a turnos de rega. IF Baiano - *Campus Guanambi*, 2017

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios							
		pH	P	K	Na	Ca	Mg	H+Al	SB
Tratamento	6	1,67**	3748,20**	21570,10**	0,0015 <sup>NS</sup>	1,68**	0,43**	2,20*	2,99*
Bloco	3	0,49 <sup>NS</sup>	4661,00**	2800,60 <sup>NS</sup>	0,0013 <sup>NS</sup>	0,91 <sup>NS</sup>	0,11 <sup>NS</sup>	0,48 <sup>NS</sup>	1,74 <sup>NS</sup>
Resíduo	18	0,31	842,3	3233,20	0,0007	0,41	0,07	0,58	0,85
Fontes de Variação	GL	t	T	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		2,99**	0,77 <sup>NS</sup>	438,37**	0,017 <sup>NS</sup>	0,034*	38,03 <sup>NS</sup>	381,88**	4,64*
Tratamento	6	1,74 <sup>NS</sup>	1,33 <sup>NS</sup>	110,00 <sup>NS</sup>	0,013 <sup>NS</sup>	0,037 <sup>NS</sup>	51,87 <sup>NS</sup>	79,93 <sup>NS</sup>	9,96**
Bloco	3								
Resíduo	18	0,85	0,64	85,31	0,008	0,013	37,18	71,81	1,48

<sup>NS</sup> não significativo, \* significativo a 5% e \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

pH - Potencial hidrogeniônico; P - Fósforo; K - Potássio; Na - Sódio; Ca - Cálcio; Mg - Magnésio; H+Al - Hidrogênio mais alumínio e SB - Soma de bases; t - Capacidade de troca catiônica efetiva; T - Capacidade de troca catiônica a pH 7; V – Saturação por bases; B - Boro; Cu - Cobre; Fe - Ferro; Mn - Manganês e Zn - Zinco.

As condições de aplicação de água de 50% da ETo (TR de dois dias) e 100% da ETo diariamente agruparam-se e apresentaram os maiores valores de pH, diferindo das demais condições (Tabela 5). Houve aumento do pH com aplicação das condições com água salina em que no início o solo apresentava valor 5,7 passou para 7,20 na condição de 100% da ETo diariamente. Isso se deve a presença de Ca ( $11,90 \text{ mg L}^{-1}$ ) e Mg ( $9,54 \text{ mg L}^{-1}$ ) na água de irrigação utilizada, onde esses íons promove a neutralização do  $\text{H}^+$  responsável pela acidez.

Os maiores valores de fósforo foram obtidos nas condições sem Irrigação,  $5 \text{ L m}^{-1}$  a cada 15 dias e 50% da ETo (TR de dois dias) os quais se agruparam e diferiram das demais condições. O maior valor de potássio agrupou na condição sem irrigação e diferiu das demais condições. Os valores de cálcio no solo foram maiores nas condições  $5 \text{ L m}^{-1}$  a cada 15 dias, 50% da ETo (TR de dois dias) e 100% da ETo diariamente e formaram grupo diferente das demais condições. Os maiores valores de magnésio foram obtidos nas condições de 33% da ETo (TR de três dias), 50% da ETo (TR de dois dias) e 100% da ETo diariamente, os quais agruparam e diferiram das demais condições. Foram obtidos maiores valores de soma de bases nas condições  $5 \text{ L m}^{-1}$  a cada 15 dias,

50% da ETo (TR de dois dias) e 100% da ETo diariamente os quais se agruparam e diferiram das demais condições.

Os maiores valores de cálcio, magnésio e soma de bases encontrados nas condições de 50% da ETo (TR de dois dias) e 100% da ETo diariamente estão relacionados com concentrações de sais na água com salinidade de  $3,6 \text{ dS m}^{-1}$ , principalmente dos íons cálcio e magnésio.

**Tabela 5.** Valores médios das características químicas do solo cultivado com palma forrageira ‘Gigante’ submetida a diferentes lâminas de irrigação associadas a turnos de rega. IF Baiano - *Campus Guanambi, 2017*

Tratamentos	Características Químicas							
	pH	P ----- mg dm <sup>-3</sup> -----	K	Na	Ca	Mg cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----	H+Al	SB
Sem Irrigação	5,83 B	97,45 A	287,00 A	0,10 A	2,10 B	1,05 B	2,50 A	3,93 B
5 L m <sup>-1</sup> a cada 15 dias	5,75 B	121,80 A	152,50 B	0,10 A	3,10 A	1,38 B	2,58 A	4,90 A
7% da ETo (TR de 15 dias)	5,85 B	50,85 B	92,50 B	0,10 A	2,15 B	1,13 B	2,48 A	3,60 B
15% da ETo (TR de 7 dias)	5,40 B	58,15 B	118,50 B	0,13 A	2,05 B	1,10 B	3,75 A	3,58 B
33% da ETo (TR de 3 dias)	5,98 B	54,13 B	111,50 B	0,15 A	2,40 B	1,53 A	2,48 A	4,38 B
50% da ETo (TR de 2 dias)	6,83 A	120,50 A	83,75 B	0,10 A	3,58 A	1,78 A	1,45 A	5,65 A
100% da ETo diariamente	7,20 A	78,87 B	73,50 B	0,10 A	3,35 A	1,85 A	1,68 A	5,50 A
Média	6,12	83,11	131,32	0,1107	2,68	1,40	2,41	4,50
CV (%)	9,11	34,92	43,30	24,80	23,95	19,35	31,42	20,46

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas pertencem ao mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

TR - Turno de rega; pH - Potencial hidrogeniônico; P - Fósforo; K - Potássio; Na - Sódio; Ca - Cálcio; Mg - Magnésio; H+Al - Hidrogênio mais alumínio e SB - Soma de bases.

Os maiores valores de capacidade de troca catiônica efetiva agruparam-se nas condições de 5 L m<sup>-1</sup> a cada 15 dias, 50% da ETo com TR de dois dias e 100% da ETo irrigado diariamente e diferiram das demais condições (Tabela 6). A saturação por base apresentou maiores valores com as condições de 50% da ETo com TR de 2 dias e 100% da ETo irrigado diariamente, os quais se agruparam e diferiram das demais condições. Para as condições sem irrigação, 5 L m<sup>-1</sup> a cada 15 dias, 50% da ETo com TR de dois dias e 100% da ETo irrigado diariamente houve maiores valores de manganês que formaram grupo diferente das demais condições. Os valores de zinco agruparam nas condições 5 L m<sup>-1</sup> a cada 15 dias e 50% da ETo com TR de dois dias com as maiores médias diferindo das demais condições.

**Tabela 6.** Valores médios das características químicas do solo cultivado com palma forrageira ‘Gigante’ submetida a diferentes lâminas de irrigação associadas a turnos de rega (TR). IF Baiano - *Campus Guanambi*, 2017

Tratamentos	Características Químicas							
	t --- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ---	T %	V	B	Cu	Fe mg dm <sup>-3</sup>	Mn	Zn
Sem Irrigação	3,93 B	6,48 A	60,50 B	0,43 A	0,43 A	18,48 A	73,83 A	4,65 B
5 L m <sup>-1</sup> a cada 15 dias	4,90 A	6,73 A	66,75 B	0,38 A	0,58 A	15,30 A	76,55 A	5,78 A
7% da ETo (TR de 15 dias)	3,60 B	6,08 A	59,00 B	0,28 A	0,30 A	17,83 A	53,13 B	3,50 B
15% da ETo (TR de 7 dias)	3,58 B	7,33 A	48,50 B	0,35 A	0,38 A	25,35 A	52,40 B	3,55 B
33% da ETo (TR de 3 dias)	4,38 B	6,85 A	63,00 B	0,28 A	0,45 A	20,35 A	55,30 B	3,35 B
50% da ETo (TR de 2 dias)	5,65 A	7,13 A	79,00 A	0,25 A	0,53 A	18,73 A	64,40 A	5,90 A
100% da ETo diariamente	5,50 A	7,18 A	76,25 A	0,28 A	0,40 A	18,90 A	64,08 A	4,05 B
Média	4,50	6,82	64,71	0,31	0,44	19,28	62,81	4,40
CV (%)	20,46	11,70	14,27	29,59	25,94	31,63	13,49	27,63

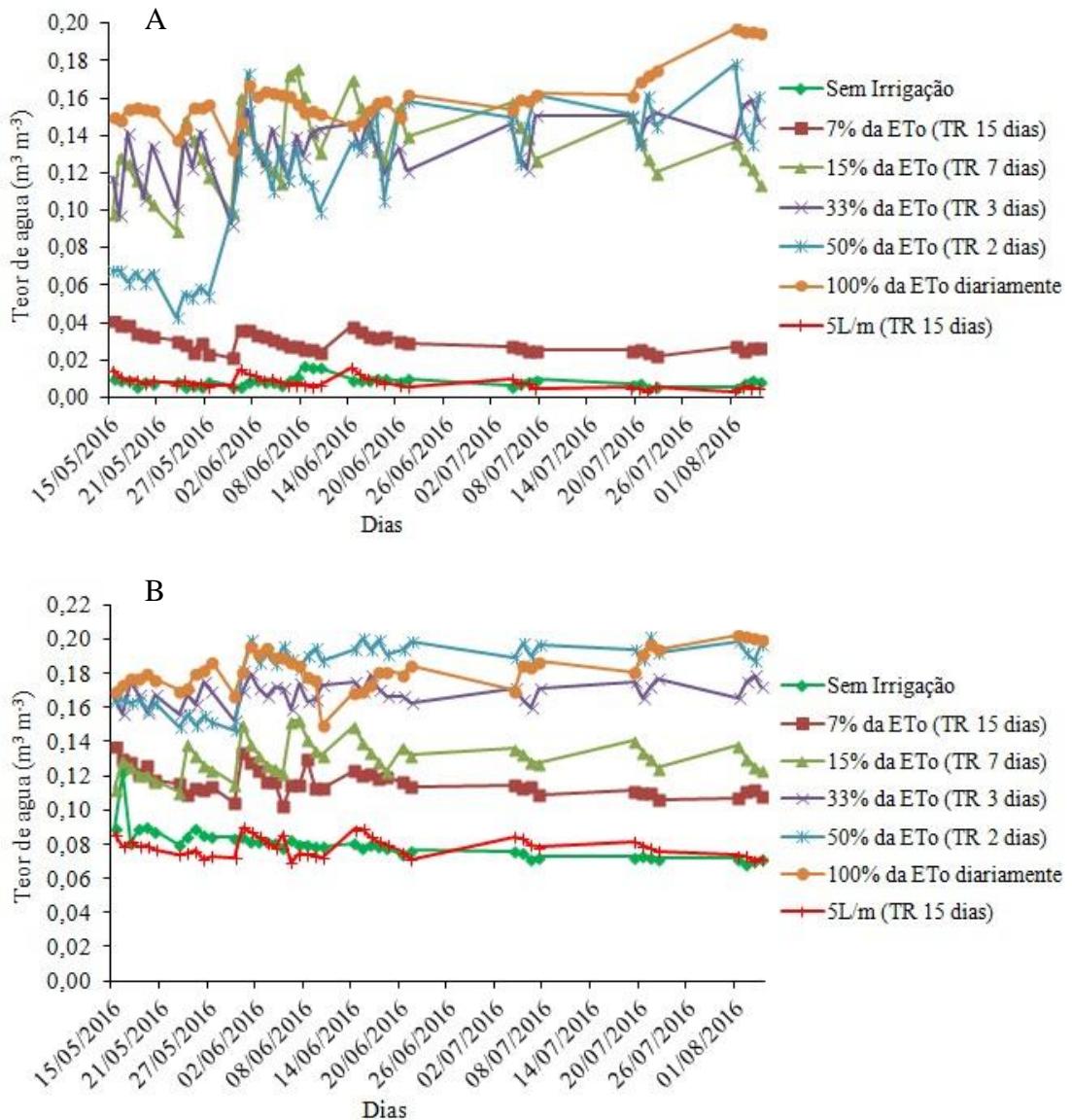
Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas pertencem ao mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

TR - Turno de rega; t - Capacidade de troca catiônica efetiva; T - Capacidade de troca catiônica a pH 7; V – Saturação por bases; B - Boro; Cu - Cobre; Fe - Ferro; Mn - Manganês e Zn - Zinco.

Observa-se uma relação direta das características do solo nas condições de 50% da ETo com TR de dois dias e 100% da ETo irrigado diariamente, que proporcionaram sua maior fertilidade, onde o aumento concentração dos íons cálcio e magnésio promoveram também maiores valores de soma de base, capacidade de troca catiônica efetiva e saturação por bases. Além disso, essas condições de aplicação de água promoveram maior disponibilidade de água no solo o que permite a reação da matéria orgânica (esterco aplicado), consequentemente a mineralização de nutrientes e contribuição efetiva na capacidade de troca catiônica.

#### 4. 2. Teor de água no solo

Os valores médios dos teores de água no solo nas diferentes condições apresentaram-se coerentes com quantidade de água aplicada (Figura 6). Na profundidade de 10 cm observa-se que o teor de água apresentou uma maior variação ao longo dos dias nas condições 15% da ETo com TR de sete dias, 33% da ETo com TR de três dias e 50% da ETo com TR de dois dias em relação ao teor na profundidade de 30 cm que a variação foi menor. Isso está relacionado à evaporação de água na camada mais superficial do solo nessas condições devido aos intervalos de irrigação.



**Figura 6.** Teores de água no solo cultivado com palma forrageira ‘Gigante’ para as diferentes condições de aplicação de água na profundidade de 10 cm (A) e 30 cm (B). IF Baiano - *Campus Guanambi*, 2017.

Os valores do teor de água na condição de 100% da ETo irrigado diariamente para profundidade de 10 cm e nas condições 50% da ETo com TR de dois dias e 100% da ETo irrigado diariamente para profundidade de 30 cm (Figura 7 A e B), encontraram-se a longo dos dias próximos ao da capacidade de campo ( $0,20 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ), conforme curva de retenção realizada em área próxima ao experimento da palma em solo com mesma classe textural (SANTOS et al., 2016). As condições sem irrigação e 5 L  $\text{m}^{-1}$  a cada 15 dias proporcionaram teores de água no solo praticamente iguais ao longo dos dias, isso se deve a quantidade de água aplicada não ser suficiente para atingir a profundidade de 10 cm e o intervalo de 15 dias entre irrigações proporcionar uma rápida evaporação de

água do solo. O teor de água apresentados nessas condições ficaram abaixo do ponto de murcha ( $0,11 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ). Considerando que a constante dielétrica do ar é de aproximadamente 1, da matriz do solo 5 a 6 e da água é de 81 e que quantidade de água aplicada na condição  $5 \text{ L m}^{-1}$  a cada 15 dias foi pouca, esses valores abaixo do ponto de murcha provavelmente estão relacionados a permanência de espaços aéreos em volta do sensor o que registrou valores baixos de constantes dielétricas, inferiores aos usados na calibração, o qual, gerou valores baixos de umidades, não coerentes com os valores reais.

#### **4. 3. Avaliação do sistema de irrigação**

Aos 180 dias após início de aplicação das condições com água salina ( $3,6 \text{ dS m}^{-1}$ ) o desempenho do sistema de irrigação com gotejadores tipo labirinto apresentaram valores de CUC, CUE, CUD e Ea (Tabela 7) considerados excelente, conforme Mantovani (2001).

**Tabela 7.** Valores de CUC, CUD, CUE e Ea do sistema de irrigação da palma forrageira ‘Gigante’ em função da aplicação de diferentes condições de aplicação de água salina. IF Baiano - *Campus Guanambi, 2017*

Tratamentos	CUC (%)	CUD (%)	CUE	Ea
	180 dias			
7% da ET <sub>o</sub> (TR 15 dias)	98,76	98,25	98,34	88,42
15% da ET <sub>o</sub> (TR 7 dias)	97,88	97,09	97,50	87,38
33% da ET <sub>o</sub> (TR 3 dias)	98,34	97,63	97,91	87,87
50% da ET <sub>o</sub> (TR 2 dias)	98,36	97,30	97,75	87,57
100% da ET <sub>o</sub> (Diariamente)	98,53	98,42	98,06	88,58
360 dias				
7% da ET <sub>o</sub> (TR* 15 dias)	96,14	93,64	95,12	84,28
15% da ET <sub>o</sub> (TR 7 dias)	95,79	93,47	95,01	84,12
33% da ET <sub>o</sub> (TR 3 dias)	87,68	80,31	85,53	72,27
50% da ET <sub>o</sub> (TR 2 dias)	92,82	88,24	91,61	79,41
100% da ET <sub>o</sub> (Diariamente)	94,48	88,96	90,86	80,07

TR - Turno de rega.

Os valores de CUC, CUD e CUD aos 360 dias na condição 33% da ET<sub>o</sub> com TR de três dias foi considerado bom e os demais foram classificados com excelente. Este resultado está relacionado à presença de microrganismos que se desenvolveram e formaram uma matriz gelatinosa e pegajosa. Quando se fazia a abertura periódica no final das linhas foi observada a ocorrência dessa matriz e também nas saídas dos

emissores. O desenvolvimento desses microrganismos provavelmente está relacionado ao turno de rega de 3 dias que permitia o acúmulo de água na tubulação.

Os valores de Ea aos 360 dias foram considerados excelentes nas condições 7% da ETo com TR 15 dias e 15% da ETo com TR sete dias e bons na demais condições. Os valores de eficiência obtidos nas diferentes condições foram considerados aceitáveis para um sistema de irrigação por gotejamento, isso indica que a presença dos sais na água utilizada pouco afetou a aplicação de água.

#### 4. 4. Fluorescência da clorofila

A fluorescência inicial (Fo), eficiência quântica (Fv/Fm), Fluorescência da clorofila no estado estacionário (Fs), fluorescência variável à luz (Fvs) e rendimento quântico do fotossistema II (Yield) apresentaram diferença significativa ( $P<0,01$ ) com as diferentes condições de aplicação de água (Tabela 8). A Fluorescência máxima à luz (Fms) apresentou diferença significativa ( $p<0,05$ ), as diferentes condições de aplicação de água. A fluorescência máxima (Fm) e fluorescência variável (Fv) não apresentou diferença significativa.

**Tabela 8.** Resumo da análise de variância com os respectivos quadrados médios para avaliações da fluorescência da clorofila em palma forrageira ‘Gigante’ submetida a diferentes lâminas de irrigação associadas a turnos de rega. IF Baiano - *Campus Guanambi, 2017*

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios							
		Fo	Fm	Fv	Fv/Fm	Fs	Fms	Fvs	Yield
Tratamento	6	3456,8**	26384 <sup>NS</sup>	24761 <sup>NS</sup>	0,0048**	3722,0**	135124*	136112**	0,019**
Bloco	3	581,8*	140442**	130735**	0,0105**	2533,4 <sup>NS</sup>	409711**	367543**	0,039**
Resíduo	18	169,1	10572	9947	0,0007	851,2	36636	29732	0,001

<sup>NS</sup> não significativo, \* significativo a 5% e \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Fo - Fluorescência inicial; Fm - Fluorescência máxima; (Fv) Fluorescência variável; Fv/Fm - Eficiência quântica; Fs - Fluorescência da clorofila no estado estacionário; Fms - Fluorescência máxima à luz; Fvs - fluorescência variável à luz e Yield - Rendimento quântico do fotossistema II.

A Fo agrupou com maior valor na condição sem irrigação diferindo das demais condições de aplicação de água. A Fv/Fm agrupou com menor valor ( $0,68 \text{ elétrons quantum}^{-1}$ ) na condição sem irrigação, diferindo das demais condições (Tabela 9).

Quando o aparelho fotossintético se encontra intacto, os valores de Fv/Fm variam entre  $0,75$  e  $0,85 \text{ elétrons quantum}^{-1}$  (SUASSUNA et al., 2010). O menor valor da relação Fv/Fm indica que o sistema fotoquímico das plantas de palma foi alterado. Essa

redução é um mecanismo de defesa por reduzir a captação de energia luminosa e consequentemente, diminuir o fluxo de elétrons para a cadeia de transferência de elétrons (WILLADINO et al., 2011). Isso indica que a quantidade de energia fotoquímica introduzida na folha é maior que a capacidade de sua utilização para o processo fotossintético, resultando em decréscimos em Fv/Fm, que caracteriza uma maior dissipação não fotoquímica. A alteração observada na condição sem irrigação está relacionada ao estado de estresse hídrico na planta. Isso permite inferir que a salinidade da água utilizada não foi um fator estressante na planta.

**Tabela 9.** Valores médios das avaliações da fluorescência da clorofila em palma forrageira ‘Gigante’ submetida a diferentes lâminas de irrigação associadas a turnos de rega. IF Baiano - *Campus Guanambi, 2017*

Tratamentos	Fo	Fm	Fv	Fv/Fm	Fs	Fms	Fvs	Yield
Sem Irrigação	307,7 A	1044,5 A	736,8 B	0,68 B	346,9 A	864,8 B	517,8 B	0,56 B
5 L m <sup>-1</sup> a cada 15 dias	239,3 B	1152,0 A	912,7 A	0,79 A	325,4 A	1417,2 A	1091,8 A	0,77 A
7% da ETo (TR de 15 dias)	251,3 B	1148,2 A	896,9 A	0,78 A	327,6 A	1356,8 A	1029,3 A	0,74 A
15% da ETo (TR de 7 dias)	229,2 B	1001,1 A	771,9 B	0,76 A	288,0 B	1160,3 B	872,3 A	0,73 A
33% da ETo (TR de 3 dias)	222,0 B	957,8 A	735,7 B	0,75 A	280,4 B	1149,0 B	868,6 A	0,74 A
50% da ETo (TR de 2 dias)	235,4 B	1083,3 A	847,9 A	0,78 A	275,6 B	1122,2 B	846,7 A	0,72 A
100% da ETo diariamente	227,2 B	963,4 A	736,3 B	0,74 A	270,3 B	1064,5 B	794,2 A	0,72 A
Média	244,59	1050,05	805,46	0,75	302,03	1162,10	860,07	0,71
CV (%)	5,32	9,79	12,38	3,63	9,66	16,47	20,05	4,79

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas pertencem ao mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fo - Fluorescência inicial; Fm - Fluorescência máxima; (Fv) Fluorescência variável; Fv/Fm - Eficiência quântica; Fs - Fluorescência da clorofila no estado estacionário; Fms - Fluorescência máxima à luz; Fvs - fluorescência variável à luz e Yield - Rendimento quântico do fotossistema II.

A Fs apresentou os maiores valores nas condições sem irrigação, 5 L m<sup>-1</sup> a cada 15 dias e 7% da ETo com TR de 15 dias agruparam-se e diferiram das demais condições de aplicação de água. A Fms agrupou com maiores valores nas condições de aplicação de água de 5 L m<sup>-1</sup> a cada 15 dias e 7% da ETo com TR de 15 dias e diferiram das demais condições. A Fvs e o rendimento quântico do fotossistema II agruparam com menores valores na condição sem irrigação e diferiram das demais condições de aplicação de água.

O rendimento quântico do fotossistema II é o parâmetro mais importante, pois ele apresenta relação direta com o desempenho das plantas submetidas às condições de estresse (TATAGIBA et al., 2014). A ocorrência de estresse hídrico na palma é evidenciada na condição sem irrigação (Figura 7), a qual apresentou valor de rendimento inferior às demais condições de aplicação de água, mesmo aquelas com

utilização de água salina. Isso indica que a salinidade da água de irrigação não foi um fator estressante para a cultura.



**Figura 7.** Plantas de palma forrageira ‘Gigante’ na condição sem irrigação com sintomas de estresse hídrico. IF Baiano - *Campus Guanambi*, 2017.

#### 4. 5. Características morfológicas

No primeiro ciclo de produção (Tabela 10) a altura da palma forrageira ‘Gigante’ apresentou diferença ( $p<0,01$ ), o número de cladódios e o índice de área do cladódio ( $p<0,05$ ) para os tratamentos aplicados. O comprimento e largura do cladódio não foram influenciados pelos tratamentos aplicados. Já no segundo ciclo todas as variáveis mensuradas apresentaram diferença ( $p<0,01$ ) com a aplicação dos tratamentos.

**Tabela 10.** Resumo da análise de variância com os respectivos quadrados médios para as características morfológicas de palma forrageira ‘Gigante’ submetida a diferentes lâminas de irrigação associadas a turnos de rega. IF Baiano - *Campus Guanambi*, 2017

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios				
		1º Ciclo				
		ALT	NC	CC	LC	IAC
Tratamento	6	128,32**	4,34*	4,09 NS	1,25 NS	0,45*
Bloco	3	77,70 NS	1,99 NS	7,54 NS	0,69 NS	0,26 NS
Resíduo	18	29,88	1,38	4,05	0,95	0,16
2º Ciclo						
Tratamento	6	684,78**	19,06**	14,75**	9,13**	3,70**
Bloco	3	135,22 NS	3,36 NS	5,67 NS	3,13 NS	0,11 NS
Resíduo	18	78,71	4,46	3,03	1,23	0,56

ALT - Altura da planta; NC - Número de cladódios; CC - Comprimento do cladódio; LC - Largura do cladódio e IAC - Índice de área do cladódio.

NS não significativo, \* significativo a 5% e \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

No primeiro ciclo as condições de aplicação de água com 15% da ETo com TR de sete dias; 50% da ETo com TR de dois dias e 100% da ETo irrigado diariamente proporcionou as maiores médias de altura de planta e agruparam-se separadamente das demais condições de aplicação de água (Tabela 11). No segundo ciclo a variável altura apresentou as maiores médias nas condições de aplicação de água de 33% da ETo com TR de três dias, 50% da ETo com TR de dois dias e 100% da ETo irrigado diariamente, formando grupo diferente dos demais tratamentos (Tabela 12). A altura da planta apresentou um incremento de 15,72 e 47,73% da condição sem irrigação em relação ao maior valor obtido, respectivamente para o primeiro e segundo ciclo. O número de cladódios apresentou no primeiro ciclo maiores valores médios para as condições de aplicação de água de 7% da ETo com TR de 15 dias, 50% da ETo com TR de dois dias e 100% da ETo irrigado diariamente, formando grupo diferente pelo critério de Scott-Knott dos demais tratamentos aplicados (Tabela 11). Já no segundo ciclo (Tabela 12), as maiores médias foram obtidas nas condições de 33% da ETo com TR de três dias, 50% da ETo com TR de dois dias e 100% da ETo irrigado diariamente, os quais agruparam separadamente dos demais tratamentos. O Incremento do número de cladódio da condição sem irrigação para o maior valor obtido foi de 21,01 e 49,38% para o primeiro e segundo ciclo de produção respectivamente.

As variáveis altura e número de cladódios da palma estão relacionados devido à disposição dos mesmos na planta, os quais são sobrepostos, e consequentemente quanto maior o número de cladódios por planta maior é sua altura. O maior número de cladódios indica uma relação da disponibilidade hídrica à cultura com uma maior emissão de brotos pela planta. A palma forrageira quando cultivada em condições de disponibilidade de água, passa a funcionar como plantas C3, a enzima Pep carboxilase torna-se inativa durante o dia, não havendo vantagem na abertura dos estômatos durante a noite (SAMPAIO, 2011). O metabolismo ácido das crassuláceas (MAC) apresenta maior intensidade de expressão sob condições de estresse abiótico severo (TAIZ e ZEIGER, 2009), todavia mudanças no manejo da cultura podem aperfeiçoar o uso da radiação e o *status* nutricional da planta com consequente incremento nas taxas fotossintéticas, no crescimento, na produtividade e na composição nutricional.

**Tabela 11.** Características morfológicas médias de palma forrageira ‘Gigante’ submetida a diferentes lâminas de irrigação associadas a turnos de rega. IF Baiano - Campus Guanambi, 2017

Tratamentos	Características Morfológicas - 1º Ciclo				
	ALT (cm)	NC (Unid.)	CC (cm)	LG (cm)	IAC ( $m^2 m^{-2}$ )
Sem irrigação	72,84 B	9,33 B	22,03 A	11,88 A	1,61 B
5 L $m^{-1}$ a cada 15 dias	71,00 B	8,63 B	23,42 A	12,90 A	1,58 B
7% da ET <sub>0</sub> (TR de 15 dias)	72,21B	10,25A	23,82 A	12,58 A	1,85 B
15% da ET <sub>0</sub> (TR de 7 dias)	80,63 A	9,08 B	24,78 A	13,38 A	1,79 B
33% da ET <sub>0</sub> (TR de 3 dias)	75,84 B	9,75 B	24,31 A	13,18 A	1,86 B
50% da ET <sub>0</sub> (TR de 2 dias)	84,29 A	11,25 A	24,16 A	13,31 A	2,29 A
100% da ET <sub>0</sub> diariamente	84,00 A	11,29 A	25,09 A	13,42 A	2,47 A
Média	77,26	9,94	23,94	12,95	1,92
CV (%)	7,08	11,80	8,41	7,53	21,30

ALT - Altura da planta; NC - Número de cladódios; CC - Comprimento do cladódio; LC - Largura do cladódio e IAC - Índice de área do cladódio.

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas pertencem ao mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

No segundo ciclo o comprimento do cladódio agrupou-se com maiores médias para as condições de 5 L  $m^{-1}$  a cada 15 dias, 15 % da ET<sub>0</sub> com TR de sete dias, 33% da ET<sub>0</sub> com TR de três dias, 50% da ET<sub>0</sub> com TR de dois dias e 100% da ET<sub>0</sub> irrigado diariamente e diferiram das demais condições (Tabela 12). A largura do cladódio nas condições de aplicação de água de 15 % da ET<sub>0</sub> com TR de sete dias, 33% da ET<sub>0</sub> com TR de três dias, 50% da ET<sub>0</sub> com TR de dois dias e 100% da ET<sub>0</sub> irrigado diariamente agruparam com os maiores valores médios, diferindo das demais condições.

**Tabela 12.** Características morfológicas médias de palma forrageira ‘Gigante’ submetida a diferentes lâminas de irrigação associadas a turnos de rega. IF Baiano - Campus Guanambi, 2017

Tratamentos	Características Morfológicas - 2º Ciclo				
	ALT (cm)	NC (Unid.)	CC (cm)	LG (cm)	IAC ( $m^2 m^{-2}$ )
Sem irrigação	66,96 B	10,63 B	24,84 B	11,87 B	1,98 B
5 L $m^{-1}$ a cada 15 dias	73,62 B	10,63 B	27,52 A	13,97 B	2,51 B
7% da ET <sub>0</sub> (TR de 15 dias)	68,75 B	9,58 B	25,24 B	13,12 B	1,93 B
15% da ET <sub>0</sub> (TR de 7 dias)	81,08 B	12,21 B	27,06 A	14,73 A	2,97 B
33% da ET <sub>0</sub> (TR de 3 dias)	86,92 A	12,79 A	28,47 A	15,32 A	3,39 A
50% da ET <sub>0</sub> (TR de 2 dias)	97,63 A	13,92 A	29,34 A	15,76 A	3,89 A
100% da ET <sub>0</sub> diariamente	98,92 A	15,88 A	29,84 A	16,02 A	4,48 A
Média	81,98	12,23	27,47	14,39	3,02
CV (%)	10,82	17,26	6,34	7,71	24,81

ALT - Altura da planta; NC - Número de cladódios; CC - Comprimento do cladódio; LC - Largura do cladódio e IAC - Índice de área do cladódio.

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas pertencem ao mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O índice de área do cladódio no primeiro ciclo formou dois agrupamentos em que as maiores médias foram obtidas com as condições de aplicação de água de 50% da ETo com TR de dois dias e 100% da ETo irrigado diariamente diferindo das demais condições (Tabela 11). No segundo ciclo as condições de aplicação de água de 33% da ETo com TR de três dias, 50% da ETo com TR de dois dias e 100% da ETo irrigado diariamente proporcionou maiores valores médios de índice de área do cladódio agrupando-se e diferindo das demais condições aplicadas (Tabela 12). Houve um incremento do índice de área do cladódio de 53,42 e 126,26% do tratamento sem irrigação para o maior valor obtido respectivamente para o primeiro e segundo ciclo. Observa-se que esta variável apresentou um aumento significativo com utilização da irrigação com água salina em relação a condição de sequeiro. Este resultado está relacionado ao aumento do número de cladódios no primeiro ciclo, e ao aumento do número, comprimento e largura dos cladódios no segundo ciclo. Um maior índice de área do cladódio é uma característica importante do ponto de vista fisiológico da planta, pois indica uma maior área para captação da radiação fotossinteticamente ativa e consequentemente reflete em maior rendimento da cultura.

As maiores médias das características morfológicas da palma obtidas nas condições de maior disponibilidade de água indicam que mesmo com utilização de água salina a irrigação promove melhores condições ao desenvolvimento da cultura, provavelmente devido ao aumento das taxas fotossintéticas e consequentemente crescimento da planta.

#### **4. 6. Características produtivas e eficiência de uso da água**

A produção de massa verde da palma apresentou diferença significativa ( $p<0,05$ ) para o primeiro ciclo e diferença ( $p<0,01$ ) para o segundo ciclo de produção, com os tratamentos aplicados (Tabela 13). A produção de massa seca apresentou diferença ( $p<0,01$ ) com tratamentos aplicados no segundo ciclo de produção. No primeiro ciclo não houve diferença com a aplicação dos tratamentos na produção de massa seca.

Observa-se que a produção de matéria verde no primeiro ciclo e produção de matéria seca no primeiro e segundo ciclo apresentou diferença significativa ( $p<0,01$ ) com a utilização dos blocos (Tabela 13). A produção de matéria verde no segundo ciclo apresentou diferença significativa ( $p<0,05$ ) com a utilização dos blocos. Estes resultados ressalvam a grande diferença ocorrida entre os blocos utilizados, a qual está relacionada à qualidade das mudas utilizadas no plantio da palma, onde um dos blocos

apresentou maiores rendimentos em função de melhores mudas recebidas na implantação.

**Tabela 13.** Resumo da análise de variância com os respectivos quadrados médios para as características produtivas de palma forrageira ‘Gigante’ submetida a diferentes lâminas de irrigação associadas a turnos de rega. IF Baiano - Campus Guanambi, 2017

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios			
		1º Ciclo		2º Ciclo	
		PMV	PMS	PMV	PMS
Tratamento	6	2560,80*	7,92 <sup>NS</sup>	11223,00**	19,41**
Bloco	3	5025,00**	20,34**	5629,20*	27,07**
Resíduo	38	851,50	3,62	1212,30	2,71

<sup>NS</sup> não significativo, \* significativo a 5% e \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

PMV - Produção de massa verde e PMS - Produção de massa seca

A produção de massa verde no primeiro ciclo (Tabela 14) apresentou os maiores valores nas condições de aplicação de água de 33% da ETo com TR de três dias, 50% da ETo com TR de dois dias e 100% da ETo irrigado diariamente os quais se agruparam, e diferiram das demais condições. No primeiro ciclo houve um incremento de 111,22% na produção de massa verde do maior valor obtido em relação ao tratamento sem irrigação.

No segundo ciclo a produção de massa verde comportou-se de forma semelhante, com as maiores médias agrupando-se nas condições de aplicação de água de 33% da ETo com TR de três dias, 50% da ETo com TR de dois dias e 100% da ETo irrigado diariamente e diferiram das demais condições. Houve um incremento de 177,86% na produção de massa verde do maior valor obtido em relação ao tratamento sem irrigação.

A produção de massa seca no segundo ciclo formou agrupamento com maiores valores nas condições de aplicação de água de 33% da ETo com TR de três dias, 50% da ETo com TR de dois dias e 100% da ETo irrigado diariamente e diferiram das demais condições. O incremento de massa seca do maior valor obtido foi de 83,51% em relação ao tratamento sem irrigação.

Este resultado indica que a irrigação com água salina não promoveu redução dos índices produtivos da palma forrageira. Possivelmente isso se deve a compartimentalização dos íons nos grandes vacúolos da palma bem como a acumulação de solutos orgânicos em seu interior. Como mecanismo de ajustes iônicos das plantas diante da salinidade, tem-se a alocação de íons nos vacúolos, regulação da concentração de íons pelo aumento da suculência nos tecidos, produção e acumulação de compostos

orgânicos para promover o equilíbrio osmótico entre o citoplasma e os diferentes compartimentos celulares (LARCHER, 2000).

Tendo em vista a sustentabilidade da produção agrícola, a utilização da condição de aplicação de água salina de 33% da ETo com TR de três dias, já implica em aumento de produtividade significativa na cultura da palma forrageira em relação a condição de sequeiro.

Os maiores valores das características avaliadas encontrados no segundo ciclo de produção estão relacionados ao maior período de aplicação dos tratamentos (230 dias), enquanto no primeiro ciclo de produção o período foi menor (120 dias).

**Tabela 14.** Valores médios das características produtivas de palma forrageira ‘Gigante’ submetida a diferentes lâminas de irrigação associadas a turnos de rega. IF Baiano - Campus Guanambi, 2017

Tratamentos	Características ( $Mg\ ha^{-1}$ )			
	----- 1º Ciclo -----		----- 2º Ciclo -----	
	PMV	PMS	PMV	PMS
Sem Irrigação	55,81 B	4,59 A	78,53 B	5,76 B
5 L $m^{-1}$ a cada 15 dias	61,00 B	3,69 A	103,75 B	5,34 B
7% da ETo (TR de 15 dias)	63,88 B	5,02 A	116,43 B	6,33 B
15% da ETo (TR de 7 dias)	66,46 B	4,93 A	142,27 B	6,29 B
33% da ETo (TR de 3 dias)	96,19 A	6,07 A	187,43 A	8,76 A
50% da ETo (TR de 2 dias)	107,69 A	7,73 A	198,50 A	10,26 A
100% da ETo diariamente	117,88 A	6,91 A	218,20 A	10,57 A
Média	81,27	5,56	149,30	7,61
CV (%)	35,90	34,21	23,32	21,62

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas pertencem ao mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

PMV - Produção de massa verde e PMS - Produção de massa seca

Não houve diferença significativa na eficiência de uso da água considerando a lâmina bruta aplicada e a precipitação ocorrida no ciclo da cultura com os tratamentos aplicados no primeiro e segundo ciclo de produção (Tabela 15). A eficiência de uso da água considerando somente a lâmina bruta aplicada nos tratamentos irrigados apresentou diferença significativa ( $p<0,01$ ) para o primeiro e segundo ciclo de produção

**Tabela 15.** Resumo da análise de variância com os respectivos quadrados médios para a eficiência de uso da água considerando a produção de massa verde em palma forrageira ‘Gigante’ submetida a diferentes lâminas de irrigação associadas a turnos de rega. IF Baiano - *Campus Guanambi*, 2017

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios			
		1º Ciclo EUA <sup>1</sup>	2º Ciclo EUA <sup>1</sup>	GL	1º Ciclo EUA <sup>2</sup>
Tratamento	6	256,30 <sup>NS</sup>	1771,000 <sup>NS</sup>	5	1180229,00**
Bloco	3	3694,60**	5849,60*	3	183513,00 <sup>NS</sup>
Resíduo	38	533,40	1658,80	15	88271,00
					48365,00

<sup>NS</sup> não significativo, \* significativo a 5% e \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

<sup>1</sup> Eficiência de uso da água considerando a lâmina bruta aplicada e a precipitação ocorrida no ciclo da cultura.

<sup>2</sup> Eficiência de uso da água considerando somente a lâmina bruta aplicada nos tratamentos irrigados.

A eficiência de uso da água no primeiro ciclo formou três agrupamentos (Tabela 16). O primeiro foi formado pela condição de aplicação de água de 5 L m<sup>-1</sup> a cada 15 dias. O segundo formado pela condição de 7% da ETo com TR de 15 dias. E o terceiro foi formado pelas demais condições de aplicação de água

No segundo ciclo os maiores valores médios de eficiência de uso da água agruparam-se nas condições de aplicação de água de 5 L m<sup>-1</sup> a cada 15 dias e 7% da ETo com TR de 15 dias e diferiram das demais condições.

**Tabela 16.** Valores médios de eficiência de uso da água (kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>) considerando a massa verde em palma forrageira ‘Gigante’ submetida a diferentes lâminas de irrigação associadas a turnos de rega. IF Baiano - *Campus Guanambi*, 2017

Tratamentos	----- 1º Ciclo -----		----- 2º Ciclo -----	
	EUA <sup>1</sup>	EUA <sup>2</sup>	EUA <sup>1</sup>	EUA <sup>2</sup>
Sem Irrigação	68,32 A	-----	100,47 A	-----
5 L m <sup>-1</sup> a cada 15 dias	71,19 A	1533,72 A	123,26 A	925,50 A
7% da ETo (TR de 15 dias)	72,68 A	1032,89 B	136,42 A	843,28 A
15% da ETo (TR de 7 dias)	70,08 A	505,84 C	134,89 A	472,60 B
33% da ETo (TR de 3 dias)	87,34 A	338,25 C	141,89 A	303,81 B
50% da ETo (TR de 2 dias)	85,55 A	243,79 C	124,69 A	219,04 B
100% da ETo diariamente	69,32 A	133,43 C	84,27 A	116,19 B
Média	74,93	631,32	120,84	480,07
CV (%)	30,82	47,06	33,70	45,81

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas pertencem ao mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Eficiência de uso da água considerando somente a lâmina bruta aplicada nos tratamentos irrigados.

A eficiência de uso da água considerando a lâmina bruta aplicada e a precipitação ocorrida no ciclo da cultura só apresentou diferença significativa ( $p<0,05$ ) no segundo ciclo de produção (Tabela 17). Já a eficiência de uso da água considerando somente a

lâmina bruta aplicada nos tratamentos irrigados, apresentou diferença ( $p<0,01$ ) para os dois ciclos de produção.

**Tabela 17.** Resumo da análise de variância com os respectivos quadrados médios para a eficiência de uso da água considerando a produção de massa seca em palma forrageira ‘Gigante’ submetida a diferentes lâminas de irrigação associadas a turnos de rega. IF Baiano - Campus Guanambi, 2017

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios			
		1º Ciclo	2º Ciclo	GL	1º Ciclo
		EUA <sup>1</sup>	EUA <sup>1</sup>		EUA <sup>2</sup>
Tratamento	6	2,33 <sup>NS</sup>	15,62*	5	5066,50**
Bloco	3	16,72**	29,49**	3	586,10 <sup>NS</sup>
Resíduo	38	2,50	5,54	15	288,20
					127,68

<sup>NS</sup> não significativo, \* significativo a 5% e \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

<sup>1</sup> Eficiência de uso da água considerando a lâmina bruta aplicada e a precipitação ocorrida no ciclo da cultura.

<sup>2</sup> Eficiência de uso da água considerando somente a lâmina bruta aplicada nos tratamentos irrigados.

A eficiência de uso da água considerando somente a lâmina bruta aplicada nos tratamentos irrigados (Tabela 18) no primeiro ciclo agrupou com as maiores médias nas condições de aplicação de água de 5 L m<sup>-1</sup> a cada 15 dias e 7% da ETo com TR de 15 dias e diferiram das demais condições. No segundo ciclo os maiores valores foram obtidos nas condições de 5 L m<sup>-1</sup> a cada 15 dias e 7% da ETo com TR de 15 dias, os quais se agruparam e diferiram das demais condições.

**Tabela 18.** Valores médios de eficiência de uso da água (kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>) considerando a massa seca em palma forrageira ‘Gigante’ submetida a diferentes lâminas de irrigação associadas a turnos de rega. IF Baiano - Campus Guanambi, 2017

Tratamentos	----- 1º Ciclo -----		----- 2º Ciclo -----	
	EUA <sup>1</sup>	EUA <sup>2</sup>	EUA <sup>1</sup>	EUA <sup>2</sup>
Sem Irrigação	5,61 A	-----	10,58 A	-----
5 L m <sup>-1</sup> a cada 15 dias	4,32 A	92,94 A	6,37 A	47,85 A
7% da ETo (TR de 15 dias)	5,71 A	81,09 A	7,39 A	45,69 A
15% da ETo (TR de 7 dias)	5,19 A	37,51 B	5,83 A	20,43 B
33% da ETo (TR de 3 dias)	5,51 A	21,34 B	6,63 A	14,19 B
50% da ETo (TR de 2 dias)	6,14 A	17,49 B	6,47 A	11,37 B
100% da ETo diariamente	4,06 A	7,82 B	4,06 A	5,59 B
Média	5,22	43,03	6,76	24,19
CV (%)	30,32	39,45	34,81	46,72

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas pertencem ao mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Eficiência de uso da água considerando a lâmina bruta aplicada e a precipitação ocorrida no ciclo da cultura.

<sup>2</sup> Eficiência de uso da água considerando somente a lâmina bruta aplicada nos tratamentos irrigados.

Eficiência de uso da água considerando a lâmina bruta aplicada e a precipitação ocorrida no ciclo da cultura não apresentou diferença. No entanto observa-se que o tratamento sem irrigação apresentou a média de  $10,58 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$  superior em relação aos demais tratamentos aplicados.

Os menores valores de eficiência de uso da água na condição de maior disponibilização de água à cultura, possivelmente estão relacionados à diferença relativa entre a quantidade de água aplicada nesse tratamento em comparação aos demais. Assim maiores valores de eficiência de uso da água podem ser alcançados em condições com menor aplicação de água.

## 5. CONCLUSÕES

A utilização da irrigação com água salina ( $3,6 \text{ dS m}^{-1}$ ) em palma forrageira não promove a salinização do LATOSOLO vermelho-amarelo após dois anos de cultivo e período chuvoso.

Sistema de irrigação por gotejamento com emissores tipo labirinto *in line*, utilizando água salina não reduz a eficiência de aplicação de água.

A utilização de água salina ( $3,6 \text{ dS m}^{-1}$ ) na irrigação da palma forrageira não proporciona condição de estresse a cultura pela presença dos sais.

A condição de aplicação de água salina de 33% da ET<sub>0</sub> com TR de três dias promove incremento das variáveis altura, número de cladódios, índice de área do cladódio, produção de massa verde e seca de palma forrageira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, S. G. de; SANTOS, D. C. dos. Palma-forrageira. In: KILL, L. H. P.; MENEZES, E. A. (Ed.). **Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o semi-árido brasileiro**. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, cap. 3, p. 91-127, 2005.
- ALMEIDA, J. **A palma forrageira na Região Semiárida do Estado da Bahia: diagnóstico, crescimento e produtividade**. 2011. 95p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2011.
- ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 228 p.
- ALMEIDA, R. F. Palma forrageira na alimentação de ovinos e caprinos no Semiárido Brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 7, n. 4, p. 08-14, 2012.
- ARAÚJO, J. C. Recursos hídricos em regiões semiáridas. In: GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. S.; MEDEIROS, S. S., GALVÃO, C. O. **Recursos hídricos em regiões semiáridas: Estudos e aplicações**. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, cap. 2, p. 29-43, 2012.
- ARAÚJO, S. M. S. A região semiárida do nordeste do Brasil: Questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. **Revista Rios Eletrônica**. v. 5, n. 5, p. 89-98, 2011.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. (1985). *Water quality for agriculture*. Rome: FAO, 174p. Paper n.29. (Irrigation and drainage).
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional - MI. Relatório final, grupo de trabalho interministerial para redelimitação do Semi-Árido nordestino e do polígono das secas. Brasília: MI, 2005. 118p.
- CAVALCANTE, L. F. CORDEIRO, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, I. H. L.; DIAS, T. J. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, suplemento 1 p.1281-1290, 2010.
- CAVALCANTI, V. A. L. B.; SENA, R. C.; COUTINHO, J. L. B.; ARRUDA, G. P.; RODRIGUES, F. B. **Controle das cochonilhas da palma forrageira**. Recife, PE: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária. 2001. (IPA Responde - No. 39).
- CORREIA, R. C., KILL, L., MOURA, M., CUNHA, T. F., JESUS, A., e ARAÚJO, J. L. A região Semiárida brasileira. In: VOLTOLINI, T. V. **Produção de Caprinos e Ovinos no Semiárido**. Petrolina, PE, Brasil: Embrapa, 2010. p. 21-48.
- CUNHA, D. N. F. V.; GOMES, E. S.; MARTUSCELLO, J. A.; AMORIM, P. L.; SILVA, R. C.; FERREIRA, P. S.; Morfometria e acúmulo de biomassa em palma

forrageira sob doses de nitrogênio. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.13, n.4, p. 1156-1165, 2012.

DIAS, N. D.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. 2010, p. 129-140.

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

DONATO, P. E. R.; PIRES, A. J. V.; DONATO, S. L. R.; SILVA, J. A.; AQUINO, A. A. Valor nutritivo da palma forrageira ‘gigante’ cultivada sob diferentes espaçamentos e doses de esterco bovino. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 1, p. 163-172, 2014b.

DUQUE, G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas**. 4<sup>a</sup> Ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004. 330 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1999. 412p.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro. 2. ed. rev. Atual. EMBRAPA, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA - EMBRAPA Semiárido. **Rio+20: tecnologias para aproveitamento de água salobra no Semiárido**. 2012.

FERREIRA, M. A.; PESSOA, R. A. S.; SILVA, F. M. Utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 1., 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: [s.n], 2008.

FREIRE, Joelma de Lira. **Avaliação de clones de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) sob irrigação e salinidade**. 2012. 85 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, Recife, 2012.

GASPARETTO, E. C.; BRAIDA, J. A.; CARNEIRO, M.; SCARIOT, J. J.; TABOLKA, C. L. Grau de Floculação da Argila de um Latossolo Vermelho utilizado com Lavoura e Mata Nativa. **Synergismus Scyentifica**, v. 04, n.1, 2009.

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO-INSIA. **O Semiárido brasileiro: riquezas, diversidades e saberes**. Campina Grande: INSIA/MCTI, 2014. 33 p. (Coleção reconhecendo o Semiárido).

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531 p.

LIMA, G. F. C.; RÊGO, M. M. T.; AGUIAR, E. M.; SILVA, J. G. M.; DANTAS, F. D. G.; GUEDES, F. X.; LÔBO, R. N. B. Effect of different cutting intensities on

morphological characteristics and productivity of irrigated *Nopalea* forage cactus. **Acta Horticulturae** (ISHS), v.1067, p.253-258, 2015.

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.

LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F. dos; CUNHA, M. V.; MELLO, A. C. L. de; FARIA, I.; SANTOS, D. C. dos. Utilização da palma forrageira na pecuária leiteira do semiárido. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, Recife, v. 2, p. 107-120, 2005.

MALASH, N.M., FLOWERS, T.J., RAGAB, R. Effect of irrigation methods, management and salinity of irrigation water on tomato yield, soil moisture and salinity distribution. **Irrigation Science**. V. 26, n. 4 p. 313-323, 2008.

MALVEZZI, R. **Semi-árido - uma visão holística**. – Brasília: Confea, 140 p. 2007.

MANTOVANI, E. C. **AVALIA**: Programa de Avaliação da Irrigação por Aspersão e Localizada. Viçosa, MG: UFV, 2001.

MEDEIROS, J. F. DIAS, N. S. BARROS, A. D. Manejo da irrigação e tolerância do meloeiro a salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** v.3, n.3, p. 242-247, 2008.

MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. **A palma no Nordeste do Brasil – Conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Ed. Universitária da UFRPE, 2005, v. único, p. 44. 2005.

MORAIS, D. A. E. F.; VASCONCELOS, A. M. de. Alternativas para incrementar a oferta de nutrientes no semiárido brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 2, n. 1, p. 01-24, 2007.

NASCIMENTO, J. P.; SOUTO, J. S.; SANTOS, E. S.; DAMASCENO, M. M.; RAMOS, J. P. F. 1, TORRES, S. A.; LEITE, M. L. M. V. Caracterização morfométrica de *Opuntia ficus-indica* sob diferentes arranjos populacionais e fertilização fosfatada. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.5, n.3, p.21-26, 2011.

OLIVEIRA, A. S. C.; CAVALCANTE FILHO, F. N.; RANGEL, A. H. N.; LOPES, K. B. P. A palma forrageira: alternativa para o semi-árido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.3, p. 49-58, 2011.

OLIVEIRA JUNIOR, S.; BARREIRO NETO, M.; RAMOS, J. P. F.; LEITE, M. L. M. V.; BRITO, E. A.; NASCIMENTO, J. P. Crescimento vegetativo da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) em função do espaçamento no Semiárido paraibano. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**. João Pessoa, v.3, n.1, p.7-12, 2009.

PINTO, M. S. C.; MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ANDRADE, A. P.; PIMIENTA FILHO, E. C.; ANDRADE, M. V. M.; FIGUEIREDO, M. V. et al.

Estimativa do peso da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill.) a partir de medidas dos cladódios. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39. Recife - PE, 2002. **Anais...** Recife-PE: SBZ, v.1. p. 54-64. 2002.

PUPO, N. I. H. **Manual de pastagens e forrageiras: formação, conservação e utilização.** Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1979.

QUEIROZ, M. G.; SILVA, T. G. F.; ZOLNIER, S.; SILVA, S. M. S.; LIMA, L. R.; ALVES, J. O. Características morfofisiológicas e produtividade da palma forrageira em diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n.10, p. 931-938, 2015.

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

R DEVELOPMENT CORE TEAM, R. A language and environment for statistical computing, Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2012. Disponível em: <http://www.R-project.org>.

REIS, C. F.; VILAS BOAS, M. A.; MERCANTE, E.; HERMES, E.; REISDORFER, M. Avaliação da qualidade da água para irrigação em Salto do Lontra-PR. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 8, n. 1, p. 069-078, 2011.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils.** Washington: US Department of Agriculture, 1954. 160 p. USDA Agricultural Handbook, 60.

ROCHA, J. E. S. **Palma forrageira no Nordeste do Brasil: o estado da arte.** (Documentos / Embrapa Caprinos e Ovinos, 106), 40 p. 2012.

SAMPAIO, E. V. S. B. Fisiologia da palma forrageira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALMA E OUTRAS CACTÁCEAS, 2, GARANHUNS, 2011. **Anais...** Garanhuns, 2011.

SANTOS, D. C. dos; SANTOS, M. V. F. dos; FARIA, I.; DIAS, F. M.; LIRA, M. de A. Desempenho produtivo de vacas 5/8 Holando/Zebu alimentadas com diferentes cultivares de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.1, p.12-17, 2001.

SANTOS, D. C. dos; FARIA, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, M. V. F. dos; ARRUDA, G. P. de; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.; WARUMBY, J. F.; MELO, J. N. de. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco: cultivo e utilização.** Recife: IPA, 2002. 45p. (IPA. Documentos,).

SANTOS, D. C. dos; FARIA, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, M. V. F. dos; ARRUDA, G. P. de; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.; MELO, J. N. de. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco.** Recife: IPA, 2006. 48p. (IPA. Documentos, 30).

SANTOS, M. R.; ZONTA, J. H.; MARTINEZ, M. A. Influência do tipo de amostragem na constante dielétrica do solo e na calibração de sondas de TDR. **Revista Brasileira de Ciência do Solo (Impresso)**, v. 34, p. 299-308, 2010.

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.

SANTOS, M. R.; DONATO, S. L. R.; LOURENÇO, L. L.; SILVA, T. S.; COELHO FILHO, M. A. Irrigation management strategy for Prata-type banana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, n.9, p.817-822, 2016.

SANTOS, M. V. F.; FARIA, I.; LIRA, M. de A.; NASCIMENTO, M. M. A. do; SANTOS, D. C. dos; TAVARES FILHO, J. J. Colheita da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) cv. gigante sobre o desempenho de vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.1, p.33-39, 1998.

SANTOS, M. V. F.; FERREIRA, M. A.; BATISTA, A. M. V. **Valor nutritivo e utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes**. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Eds). A Palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. 2º ed., Editora Universitária da UFPE. Recife-PE. 2005. p.143-162.

SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C. Palma Forrageira (*Opuntia Ficus- Indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v.7, n. 10, p. 1-13, 2006.

SILVA, I. N.; FONTES, L. O.; TAVELLA, L. B.; OLIVEIRA, J. B. de.; OLIVEIRA, A.C. de. Qualidade de água na irrigação. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.07, n 03 julho/setembro, p. 01-15, 2011.

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

SILVA, J. A.; BONOMO, P.; DONATO, S. L. R.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F.; DONATO, P. E. R. Composição bromatológica de palma forrageira cultivada em diferentes espaçamentos e adubações química. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.8, n.2, p.242-350, 2013.

SILVA, J. L. A.; MEDEIROS, J. F. de.; ALVES, S. S. V.; OLIVEIRA, F. A. de.; SILVA JUNIOR, M. J. da.; NASCIMENTO, I. B. do. Uso de águas salinas como alternativa na irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, v.18, (Suplemento), p.S66–S72, 2014.

SILVA, S. S. da.; SOARES, L. A. A.; LIMA, G. S. de.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SILVA, A. O. da. Manejo de águas salinas e adubação nitrogenada no cultivo da mamoneira em área do semiárido Paraibano. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.9, n.2, p 110-117, 2013.

SILVA, T. G. F.; PRIMO, J. T. A.; SILVA, S. M. S.; MOURA, M. S. B.; SANTOS, D. C.; SILVA, M. C.; ARAÚJO, J. E. M. Indicadores de eficiência do uso da água e de nutrientes de clones de palma forrageira em condições de sequeiro no Semiárido brasileiro. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 2, p.184-191, 2014.

SOARES II, J. C. & SILVA JÚNIOR, S. S. Palma forrageira: uma alternativa para sobrevivência no Semiárido. **Revista Cabra & Ovelha**. 34(72): 4-5. 2012.

SOUZA, L. S. B. de; MOURA, M. S. B. de; SILVA, T. G. F. da; SOARES, J. M.; CARMO, J. F. A. do; BRANDÃO, E. O. Indicadores climáticos para o zoneamento agrícola da palma forrageira (*Opuntia* sp.). In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 3, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa SemiÁrido, Documentos, 210, p. 23-28, 2008.

STRAUSS, A.J., KRÜGER, G.H.J., STRASSER, R.J., VAN HEERDEN, P.D.R. Ranking of dark chilling tolerance in soybean genotypes probed by the chlorophyll a fluorescence transient O-J-I-P. **Environmental and Experimental Botany**, v. 56, p.147-157, 2006.

SUASSUNA, J. F.; MELO, A. S. DE; SOUSA, M. S. S.; COSTA, F. S.; FERNANDES, P. D.; PEREIRA, V. M.; BRITO, M. E. B. Desenvolvimento e eficiência fotoquímica em mudas de híbrido de maracujazeiro sob lâminas de água. **Bioscience Journal**, v.26, p.566-571, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Artmed, Porto Alegre, Brasil. 819p., 2009.

TATAGIBA, S. D.; MORAES, G. A. B. K.; NASCIMENTO, K. J. T.; PELOSO, A. F. Limitações fotossintéticas em folhas de plantas de tomateiro submetidas a crescentes concentrações salinas. **Engenharia na agricultura**, v. 22, n.2, 2014.

TOSTO, M. S. L. ARAÚJO, G. G. L.; OLIVEIRA, R. L.; BAGALDO, A. R.; DANTAS, F. R.; MENEZES, D. R.; CHAGAS, E. C. O. Composição química e estimativa de energia da palma forrageira e do resíduo desidratado de vitivinícolas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.8, n.3, p.239-249, 2007.

TRAVASSOS, K. D.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; BARROS, H. M. M.; DIAS, N. S.; UYEDA, C. A.; SILVA, F. V. Crescimento e desenvolvimento de variedades de girassol irrigado com água salina. **Irriga**, edição especial, p.324 - 339, 2012.

WILLADINO, L.; OLIVEIRA FILHO, R. A.; SILVA JUNIOR, E. A.; GOUVEIA NETO, A.; CAMARA, T. R. Estresse salino em duas variedades de cana-de-açúcar: enzimas do sistema antioxidativo e fluorescência da clorofila. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 417-422, 2011.