

---

## IRRIGAÇÃO NA PALMA FORRAGEIRA

### IRRIGATION IN CACTUS PEAR

Marcelo Rocha dos Santos<sup>1</sup>, Sérgio Luiz Rodrigues Donato<sup>1</sup>,  
Paulo Roberto Fernandes Cotrim Junior<sup>2</sup>

---



**Resumo:** Com característica de rusticidade, a palma forrageira é indicada para cultivo como estratégia de convívio com a seca. Entretanto, longos períodos de estiagem e retardo no início da estação chuvosa em função da maior variabilidade climática, aliados à necessidade de colheita anual preservando apenas o cladódio-mãe justificam o uso da irrigação. Dessa forma, é possível manter o palmal estabilizado, garantir a produção sob irrigação e reserva hídrica para os animais. Neste contexto, o objetivo com esta revisão, é trazer, de forma concisa, informações sobre a utilização da irrigação na palma forrageira, bem como, as formas de aplicação para garantir produção com sustentabilidade de recursos hídricos e ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** forragens; *Opuntia ficus*; semiárido; manejo da irrigação.

**Abstract:** With a characteristic of rusticity, the cactus pear is indicated for cultivation as a strategy of living with drought. However, long periods of drought and delay in the beginning of the rainy season due to greater climate variability, combined with the need for annual harvest preserving only the mother cladode justify the use of irrigation. Thus it is possible to keep the cactus pear cultivation stabilized, ensure production under irrigation and water reserve for the animals. In this context, the objective of this review is to concisely provides information on the use of irrigation in cactus pear, as well as the application methods to ensure crop production and sustainable use of water and environmental resources.

**KEY-WORDS:** fodder; *Opuntia ficus*; semiarid; irrigation management.

---

<sup>1</sup>Professor do Instituto Federal Baiano – IF Baiano  
*Campus* Guanambi, E-mail:  
marcelo.rocha@ifbaiano.edu.br;  
sergio.donato@ifbaiano.edu.br.

<sup>2</sup>Mestre Profissional em Produção Vegetal no  
Semiárido pelo IF Baiano *Campus* Guanambi, E-  
mail: paulocotrim31@hotmail.com.

---

Recebido em novembro de 2019  
Aceito em janeiro de 2020

## INTRODUÇÃO

A escassez e a má distribuição espacial e temporal de chuvas no semiárido restringem o desenvolvimento normal de atividades econômicas tradicionais, como a agricultura e pecuária, com reflexos nos aspectos de identidade da cultura dos sertões secos (DONATO et al., 2017a). Como forma de buscar soluções para melhor convivência com o semiárido, pesquisas vêm sendo realizadas para identificar espécies forrageiras adaptadas e promover técnicas de manejo mais eficientes para obtenção de maiores produtividades. O aumento da variabilidade climática com reflexos principalmente na frequência de ocorrência de secas e no retardo no início da estação chuvosa sugere o uso de irrigação em cultivos tolerantes à seca para aumentar a sua segurança produtiva. Nesse contexto, a palma forrageira apresenta elevado potencial e importância para o desenvolvimento sustentável no semiárido e o uso de quantidade mínima de água, seja salobra ou não (FONSECA et al., 2019), uso de adubação, preparo do solo adequado e/ou combinação desses fatores, podem contribuir para manutenção do palmar bem estabilizado com produtividades elevadas.

A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) apresenta adaptação às condições adversas do semiárido. A planta é xerófila com metabolismo fotossintético CAM, que resulta em economia hídrica, em virtude do fechamento estomático durante o dia e abertura à noite para a fixação de CO<sub>2</sub>. Apesar da adaptação, sua produtividade tem sido baixa, principalmente por falta de manejo adequado (DONATO et al., 2014).

Nos sistemas tradicionais de produção de leite no Nordeste do Brasil, o desempenho dos rebanhos sofre grandes variações por causa do regime de chuvas da

região. As principais bacias leiteiras estão localizadas no semiárido, onde a atividade é desenvolvida, basicamente, em estabelecimentos familiares (LIMA et al., 2017). Sendo assim, a palma forrageira se torna uma das fontes mais importantes para alimentação dos rebanhos no Semiárido nordestino, além de possuir alto valor energético e elevada produtividade, se bem manejada. De acordo com Silva et al. (2017), na produção de ruminantes, o alimento mais usado como fonte de energia é o milho. Por se tratar de um ingrediente bastante peculiar na alimentação humana e de animais monogástricos, torna-se oneroso na dieta. A utilização da palma pode contribuir para a redução dos custos na alimentação animal.

Mesmo com a importância da palma no cenário de escassez hídrica e de alimentos do semiárido, Donato et al. (2017) relatam que seu cultivo, até recentemente, era considerado como “bodismo”, expressão popular de uso comum no Semiárido brasileiro, que significa que a planta, por ser rústica e adaptada às condições semiáridas, poderia ser cultivada sem necessidade de cuidados ou implementação de práticas culturais, para que houvesse produção, assim como era a criação de bodes à solta na Caatinga. Entretanto, diversos estudos têm comprovado o potencial de crescimento (SILVA et al., 2016) e produtividade (LÉDO et al., 2019) da cultura quando submetida a manejos adequados.

## IRRIGAÇÃO NO CULTIVO DA PALMA

O uso estratégico da irrigação pode diminuir os efeitos negativos da deficiência hídrica que ocorre na região semiárida e contribuir para um palmar com plantas saudáveis e nutridas, possibilitando aos agricultores uma estratégica reserva

alimentar e hídrica aos seus rebanhos (SILVA, 2017). Nesse sentido, os agricultores têm procurado formas de otimizar e viabilizar a exploração da palma adotando técnicas de irrigação.

Considerando a escassez de recursos hídricos, a salinidade e a pequena quantidade de água a ser aplicada, ao irrigar a palma forrageira, o método de irrigação a ser utilizado é o localizado com sistema de gotejamento. Este sistema possibilita aplicação de água que forma uma faixa contínua molhada ao longo da fileira de planta, o que pode aumentar a eficiência de aplicação. Os emissores 'in line' tipo labirinto apresenta melhor uniformidade de distribuição quando comparados àqueles 'on line', tipo autocompensantes para aplicação de água salina.

Pesquisas sobre o uso de eventos de irrigação em várias culturas agrícolas têm mostrado que a irrigação proporciona aumento da eficiência do sistema de produção (MARTIN et al., 2012). Na palma forrageira, apenas recentemente tem se estimulado o uso de irrigação como opção de incremento produtivo no semiárido brasileiro. Embora não seja comum para essa espécie, há registros bem sucedidos nos estados de Pernambuco (QUEIROZ et al., 2015) e na Bahia (SANTOS et al., 2017).

Em estudo sobre as características morfofisiológicas e a produtividade da palma forrageira em diferentes lâminas de irrigação Queiroz et al. (2015) concluíram que os 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 com ciclos maiores que 380 dias.

Aplicação de uma lâmina de água equivalente a 15% da evapotranspiração de

referência (ET<sub>o</sub>), com turno de rega (TR) de sete dias, via irrigação por gotejamento na palma forrageira, para as condições de Guanambi, BA, região semiárida, possibilita a obtenção de teor de matéria seca (MS) e proteína adequados para atender a exigências nutricionais na alimentação de animais (FONSECA et al., 2019), como bovinos, ovinos e caprinos.

## **IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALOBRA**

O uso da água salinizada, no período seco, como fonte hídrica alternativa para suprir as demandas das plantas cultivadas no semiárido, pode representar a garantia da sobrevivência da cultura. Esta técnica, chamada de agricultura biosalina, utilizada no período seco por meio da irrigação em cultivo adensado da palma forrageira, constitui-se como uma alternativa viável para garantir a sobrevivência do palmar e da geração de ocupação e renda para os produtores, além de auxiliar no combate à desertificação, aumentando a disponibilidade de forragem para os animais e diminuindo a necessidade de desmatamento para produção de outras forrageiras (SILVA, 2017).

Diante da escassez de recursos hídricos de boa qualidade para irrigação, o aproveitamento de fontes hídricas com características salinas torna-se uma alternativa importante para desenvolvimento da agricultura irrigada (FONSECA, 2017). No entanto, segundo Dias & Blanco (2010), o manejo inadequado da irrigação com água salina pode acarretar prejuízos no sistema produtivo, devido ao aumento excessivo da concentração de sais no solo promover a sua degradação e inviabilizar o rendimento das culturas. O efeito da salinidade no solo está relacionado à modificação da sua estrutura, a qual acontece basicamente devido a

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.

Ao testar a utilização da água salina na irrigação da palma forrageira no semiárido baiano, Fonseca et al. (2016) concluíram que a irrigação com água salina, com lâmina igual a 50% da ETo, com turno de rega de 2 dias; e igual a 100% da ETo, irrigado diariamente, promoveu o incremento das variáveis altura da planta e número de cladódios.

Ao avaliar o impacto do estresse salino e a frequência de irrigação sobre a fisiologia do crescimento, em palma forrageira dos gêneros *Opuntia* e *Nopalea* cultivadas em região de semiárido na Chapada do Apodi, em Limoeiro do Norte, CE, Silva (2017) demonstrou que é viável utilizar água salinizada com condutividade elétrica de até 4,78 dS m<sup>-1</sup>, com irrigação uma vez por semana.

O crescimento da palma forrageira Orelha de elefante (*Opuntia stricta*); Miúda ou Doce; e Baiana ou IPA Sertânia (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) sob quatro níveis de salinidade da água de irrigação (0,2; 2,0; 3,8 e 5,6 dS m<sup>-1</sup>) não expressam efeito do teor de sais, sendo que a cultivar Baiana apresenta os maiores valores médios para comprimento, espessura e perímetro de cladódio, enquanto a cultivar Orelha de Elefante apresenta a maior largura média de cladódio (TOMAZ et al., 2018).

O uso da irrigação como técnica para otimizar o crescimento e a sobrevivência das culturas, principalmente em regiões semiáridas, é um recurso de grande importância para os agricultores, principalmente nos períodos de escassez

hídrica. Entretanto, o uso de água salinizada deve ser feito com respaldo de conhecimentos técnicos, pois a ausência de informações no uso desse recurso pode levar à perda parcial ou total da cultura e ainda inviabilizar o uso do solo para outras culturas ou até mesmo acelerar um processo de desertificação.

É preferível que ao optar pelo uso da água salobra na irrigação da palma forrageira, que o solo seja bem drenado e que a irrigação continue até o início do período chuvoso, uma vez que a chuva promove a lixiviação dos sais, caso contrário, há possibilidade de salinização do solo.

#### **CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DO EXTRATO DE PASTA SATURADA**

A variação dos atributos do solo sob vegetação nativa é consideravelmente menor quando comparada aos solos de usos agrícolas e, por isso, a vegetação nativa é um referencial para avaliação de solos incorporados a sistemas agrícolas. A partir dessa comparação, podem-se observar as alterações de atributos do solo posteriores à utilização agrícola, bem como comparar os usos agrícolas, verificando-se qual apresenta maior sustentabilidade. As avaliações de usos agrícolas de solos utilizando-se atributos do solo como indicadores são um trabalho constante na avaliação de sistemas produtivos, com o objetivo de adaptar sistemas ou propor usos do solo mais sustentáveis (CORRÊA et al., 2009). Nesse sentido, diversas práticas são realizadas, visando o monitoramento das condições físicas e químicas do solo, dentre elas, a condutividade elétrica do extrato de saturação do mesmo, medida através do extrato de pasta saturada do solo, como menciona Fonseca (2017), usando a metodologia proposta por Richards (1954).

A condutividade elétrica do solo é um parâmetro que está diretamente relacionada ao seu conteúdo de água. A alteração da condutividade elétrica é um reflexo da mudança no conteúdo de água e/ou diluição da solução no solo (RICHARDS, 1954). Estudos com o uso da CE têm demonstrado a sua relevância na mensuração do teor de sais da solução do solo (CAMINHA JUNIOR et al., 2000).

Em estudo analisando a condutividade elétrica de um solo manejado com diferentes lâminas de irrigação e diferentes doses de potássio, na região dos Tabuleiros Costeiros da Bahia, Oliveira et al. (2012) demonstraram que o aumento da condutividade elétrica do solo é diretamente proporcional ao aumento da lâmina de irrigação. As diferentes doses afetaram principalmente a condutividade elétrica dos primeiros 0,30 m do perfil do solo. A condutividade elétrica variou significativamente com o aumento da profundidade, sendo mais elevada na profundidade de 0,30 m.

A condutividade elétrica do solo cultivado com palma forrageira ‘Gigante’, utilizando água salobra, apresentou redução significativa ( $p < 0,05$ ) entre o final do primeiro ciclo (sem ocorrência de chuva) e após a chuva na profundidade de 0,2 a 0,4 m, o mesmo comportamento se repetiu no final do segundo ciclo. A condutividade elétrica do extrato da pasta saturada após a chuva, nos locais que receberam água salobra ( $3,2 \text{ dS m}^{-1}$ ) não diferiu da condutividade em locais que não receberam água salobra (FONSECA, 2017), indicando a necessidade de irrigar até as primeiras chuvas e a importância da chuva na lixiviação dos sais.

## **PRODUTIVIDADE E QUALIDADE BROMATOLÓGICA DA PALMA FORRAGEIRA SOB IRRIGAÇÃO E SEQUEIRO**

A palma se apresenta como uma potencial forrageira para o fornecimento de alimento aos animais ruminantes durante o período de estiagem nas regiões do semiárido nordestino, o que é justificável, entre outras qualidades, pelo seu alto potencial produtivo (SILVA, 2017). Enfatizando essa informação, Lima et al. (2013) ressaltam que, utilizando somente a produção obtida em um hectare de palma forrageira irrigada ( $25 \text{ Mg}$  de matéria seca  $\text{ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) e em dois hectares de sorgo forrageiro para produção de silagem ( $21 \text{ Mg}$  de matéria seca  $\text{ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) é possível a um agricultor familiar manter 20 vacas ou 200 cabras ou ovelhas em produção, durante um período de aproximadamente 180 dias de escassez hídrica.

Palma forrageira Miúda irrigada com água salina, na densidade de 50 mil plantas por hectare, preservando os cladódios secundários e com adubação química e orgânica, proporciona produção de  $23,04 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de matéria seca (LIMA et al., 2015). Em outro estudo, ao avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação e intensidades de corte de palma forrageira com água salina apresentando condutividade elétrica (CEa) de  $5,25 \text{ dS m}^{-1}$ , na densidade de 50 mil plantas por hectare, a produtividade de matéria seca foi de  $27,2 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  (LIMA et al., 2016).

No semiárido do Rio Grande do Norte, a produtividade de massa verde da palma miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dick), em cultivo adensado sob irrigação, com diferentes níveis de água salina e doses de adubação orgânica, foi de aproximadamente  $59 \text{ t ha}^{-1}$  sem irrigação e de  $188 \text{ t ha}^{-1}$  com  $30 \text{ mm mês}^{-1}$  (DANTAS

et al., 2015). Esses resultados evidenciam elevação nas produtividades de massa verde e matéria seca com pequena quantidade de água aplicada, correspondente à aumento de 218,64% na massa verde.

Contudo, é necessário destacar que produtividades dessa ordem podem ser obtidas em lavouras sob sequeiro, desde que bem manejadas. Por exemplo, Léo et al. (2019) encontraram produtividades de 19,3 e 23,2 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de matéria seca e de 247,5 e 321,5 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de massa verde no segundo e terceiro ciclos, respectivamente, em palma ‘Gigante’ preservando os cladódios primários, com adubação organomineral aportando 90 Mg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> de esterco bovino adicionada de 600 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na forma de cloreto de potássio. Isso evidencia que a adubação, assim como a irrigação é fator de aumento da produtividade. A adubação, nesses casos promoveu incrementos de 153,32% e 175,96% para massa verde e de 144,30% e 182,92% para matéria seca no segundo e terceiro ciclos, respectivamente, pois nas áreas sem adubação foram observadas produtividades de massa verde de 97,7 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e 116,5 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e de matéria seca de 7,9 e 8,2 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no segundo e terceiro ciclos, respectivamente.

Uma questão fundamental é determinar quem é mais efetivo em aumentar a produtividade de matéria seca da palma forrageira, a adubação ou a irrigação? Ambos os fatores, nutrientes (SILVA et al., 2013) e água decrescem o teor de matéria seca da palma forrageira (CAMPOS, 2018; FONSECA et al., 2019), pois favoreceram o surgimento de cladódios novos, normalmente mais tenros e com maior teor de água. Por outro lado esses fatores concorrem para aumentar a produtividade de massa verde e matéria seca (SILVA et al., 2013; DONATO et al.,

2014; CAMPOS, 2018; FONSECA et al., 2019).

Campos (2018) trabalhando com as cultivares Orelha de Elefante Mexicana (OEM), IPA Sertânia, Miúda, Gigante e Orelha de Onça, e Fonseca et al. (2019) com Gigante encontraram decréscimos no teor de matéria seca e aumento das produtividades de massa verde e de matéria seca com uso de irrigação. Os teores de MS decresceram da condição sob sequeiro para a irrigada no trabalho de Campos (2018) em média 19,82%: sendo 18,89% na cultivar OEM (de 9,26% de MS para 7,51% de MS); 24,84% na cultivar IPA Sertânia (de 9,70% de MS para 7,29% de MS); 16,49% na cultivar Miúda (de 8,91% de MS para 7,44% de MS), 21,10% na cultivar Gigante (de 9,57% de MS para 7,55% de MS), 17,18% na cultivar Orelha de Onça (de 6,81% de MS para 5,64% de MS). Fonseca et al. (2019) observaram decréscimos de 21,57% (de 8,22% de MS para 6,45% de MS) no teor de MS no primeiro de produção e de 33,26% (de 7,33% de MS para 4,90% de MS) no segundo ciclo de produção com palma Gigante cultivada sob sequeiro e sob irrigação com água salina com aplicação de 33% da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) a cada três dias, 50% da ET<sub>o</sub> a cada dois dias e 100% da ET<sub>o</sub> em irrigação diária.

A produtividade de massa verde em média aumentou 238,63% e de matéria seca 183,88%, respectivamente, comparando cultivo sob irrigação e sequeiro (CAMPOS, 2018), sendo variável com a cultivar. O maior incremento para produtividade de massa verde foi observada na cultivar Gigante, 298,40% (de 82,64 Mg ha<sup>-1</sup> para 329,24 Mg ha<sup>-1</sup>) e o menor na Orelha de Onça, 167,61% (de 82,64 Mg ha<sup>-1</sup> para 329,24 ha<sup>-1</sup>); enquanto para produtividade de matéria seca o maior incremento

percentual foi registrado na IPA Sertânia, 225,00% (de 6,24 Mg ha<sup>-1</sup> para 20,28 ha<sup>-1</sup>) e o menor na Orelha de Onça, 123,36% (de 5,05 Mg ha<sup>-1</sup> para 11,28 ha<sup>-1</sup>). Fonseca et al. (2019) constataram incrementos na produtividade de massa verde de 92,18% (de 55,81 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para 107,25 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) no primeiro de produção e de 156,43% (de 78,53 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para 201,38 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) no segundo ciclo de produção com palma Gigante cultivada sob sequeiro e sob irrigação com água salina com aplicação de 33% da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) a cada três dias, 50% da ET<sub>o</sub> a cada dois dias e 100% da ET<sub>o</sub> em irrigação diária. Outrossim, os aumentos na produtividade de matéria seca foram: de 50,40% (de 4,59 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para 6,90 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) no primeiro de produção e de 71,24% (de 5,76 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para 9,86 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) no segundo ciclo de produção.

Entretanto, a elevada umidade observada na palma forrageira, principalmente sob irrigação, é uma característica importante no atendimento de grande parte das necessidades de água dos animais, principalmente no período seco do ano (AGUIAR et al., 2015). A palma irrigada, com seu baixo teor de matéria seca, constitui assim uma importante fonte de água armazenada in vivo no semiárido. Por exemplo, se considerarmos a produtividade de massa verde observada na cultivar Gigante por Campos (2018) de 82,64 Mg ha<sup>-1</sup> sob sequeiro e de 329,24 Mg ha<sup>-1</sup> sob irrigação, e os teores de MS de 9,57% sob sequeiro e de 7,55% sob irrigação, temos que a quantidade de água armazenada sob condição de sequeiro é de 74,36 Mg ha<sup>-1</sup>, ou seja, 74.376 L ha<sup>-1</sup>, disponível no período seco para os animais, enquanto na palma irrigada é de 304,38 Mg ha<sup>-1</sup>, correspondente à 304.382,38 L ha<sup>-1</sup>. Isso é

muito importante como recurso de conservação de água, uma vez que a palma apresenta baixa evapotranspiração, por suas adaptações morfofisiológicas (DONATO et al., 2017a).

Com uso de adubação Silva et al. (2013) observaram decréscimo médio de 17,89% no teor de matéria seca, com valores de 9,50% no tratamento sem adubação para 7,80% em tratamentos com adubação química com P, NP e NPK, enquanto a produtividade de matéria seca aumentou 24,12% passando de 15,21 Mg ha<sup>-1</sup> para 18,88 Mg ha<sup>-1</sup>. Com uso de adubação orgânica Donato et al. (2017b) constataram aumento na PMS de 71,31% (de 12,20 Mg ha<sup>-1</sup> para 20,90 Mg ha<sup>-1</sup>) comparando os tratamentos sem adubação e com 90 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) e Léo et al. (2019) com uso de adubação organomineral encontraram incrementos de 153,32% e 175,96% para massa verde e de 144,30% e 182,92% para matéria seca no segundo e terceiro ciclos com adubação organomineral aportando 90 Mg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> de esterco bovino adicionada de 600 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Silva et al. (2013), Donato et al. (2017b) e Léo et al. (2019) trabalharam com palma cultivar Gigante.

Quanto aos teores de proteína bruta (PB) comparando palma cultivada sob sequeiro e sob irrigação Campos (2018) encontrou em média aumento de 95,17%. O maior incremento nos teores de PB foi observado na cultivar Gigante, 127,05% (de 2,07% para 4,70%) e o menor na Orelha de Elefante Mexicana, 61,23% (de 3,25% para 5,24%). Por outro lado, em estudos com adubação química Silva et al. (2013) constataram aumento nos teores de PB de 82,81% (de 6,78% para 12,39%) quando compararam palma 'Gigante' sem adubação e adubada com NP e NPK e Donato et al. (2014) encontraram incremento de 26,31%

de PB (de 9,50% para 12,00%) comparando palma ‘Gigante’ cultivada sem adubação com aplicação de 90 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esterco bovino. Apesar dos incrementos percentuais de PB serem maiores sob irrigação, os teores de PB foram bem maiores nos experimentos de adubação comparado ao de irrigação. Essas respostas são justificadamente esperadas (DONATO et al., 2014), pois o teor de proteína está diretamente relacionado ao teor de nitrogênio nos cladódios da palma forrageira, que é função da disponibilidade de nitrogênio no solo, e nitrogênio é parte integrante de aminoácidos, proteínas, enzimas, DNA e RNA (purinas e pirimidinas), clorofila, coenzimas, colina e ácido indolilacético (MARSCHNER, 2012).

A cultura da palma apresenta ainda um potencial produtivo em consórcio com outras culturas. No semiárido brasileiro, em Serra Talhada, PE, em estudo com diferentes lâminas de irrigação com água salina no consórcio palma-sorgo, Diniz et al. (2017) verificaram que maiores lâminas de água salina possibilitou obtenção de maior produtividade do sorgo e do consórcio palma-sorgo. Segundo os mesmos autores, o consórcio promoveu estabilidade na produção de matéria seca, com índice de produtividade do sistema (IPS) palma-sorgo (6,28 Mg ha<sup>-1</sup>) maior que o de palma em cultivo solteiro (4,63 Mg ha<sup>-1</sup>).

### EFICIÊNCIA DE USO DA ÁGUA

A eficiência de uso da água (EUA) é um valor que expressa a relação entre a produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) e a lâmina bruta aplicada (mm). A *O. ficus-indica*, através da sua forma de conservação da água por meio do intercâmbio gasoso mais o uso da água armazenada nos caules suculentos, viabiliza a abertura noturna de seus estômatos e

também a captação atmosférica do CO<sub>2</sub> por um tempo maior durante condições de escassez hídrica (NOBEL, 1995).

A EUA é um parâmetro de fundamental importância para a prática de manejo da frequência e duração dos intervalos de reposição de água no solo, assim como para analisar a viabilidade econômica da utilização de tecnologias na irrigação e de seus efeitos sobre o rendimento das culturas (ALI et al., 2007; KARAM et al., 2007). É um parâmetro que reflete a precisão e qualidade de todas as tecnologias envolvidas no sistema produtivo, uma vez que o resultado final é a produção e água utilizada.

As plantas C<sub>4</sub> utilizam menos água para produzir a mesma biomassa que as plantas C<sub>3</sub>, em função da diferença de afinidade da enzima de carboxilação PEP-case existente nas plantas C<sub>4</sub> em relação à rubisco. Isso faz com que as plantas C<sub>4</sub>, com alta afinidade pelo CO<sub>2</sub>, funcionam com menor abertura estomática e se torna mais eficiente no uso da água comparado as C<sub>3</sub>, por outro lado, nas plantas CAM, como a palma forrageira, a abertura noturna dos estômatos e fechamento no período diurno contribui significativamente para redução da perda de água, tornando as plantas CAM tolerantes a seca (MATOS et al. 2019), uma planta CAM pode adquirir uma g de matéria seca por apenas 125 g de água utilizada – uma razão que é 3 a 5 vezes maior que a de uma planta C<sub>3</sub> típica (TAIZ; ZEIGER 2013).

Nas condições de sequeiro no semiárido brasileiro, em Serra Talhada, PE, a Orelha de Elefante Mexicana e a IPA Sertânia se destacaram em termos de eficiência do uso da água em relação à Miúda, considerando a produção de massa verde. Já em termos de massa seca, os três clones apresentaram a mesma eficiência de



uso da água, tanto em termos de água precipitada quanto de água evapotranspirada (SILVA et al., 2014). Nas condições edafoclimáticas de Guanambi, BA, a eficiência de uso da água para a palma forrageira ‘Gigante’ alcançou valor de 1.533,72 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>, com suplementação hídrica aplicando 5 L de água por metro linear, a cada 15 dias (FONSECA et al., 2019).

Lédo et al. (2019) constaram eficiência de uso da água de chuva de 22,7 e 26,4 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> de matéria seca no segundo e terceiro ciclos, respectivamente, em palma ‘Gigante’ sob sequeiro preservando os cladódios primários e com adubação organomineral.

As informações sobre os indicadores de eficiência de uso da água em palma forrageira ainda são incipientes na literatura, diante da relevância que representam para o uso sustentável da irrigação, especialmente nas condições edafoclimáticas do semiárido brasileiro, o que ressalta a necessidade de suas determinações a fim de melhorar a interpretação das respostas produtivas dessa espécie no clima e solo locais.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de adubação orgânica ou organomineral e de adequadas técnicas de condução da lavoura contribuem para altas produtividades da palma forrageira mesmo sob condição de sequeiro, o que reforça a ideia desse cultivo como prática de convivência com o Semiárido brasileiro.

Entretanto, longos períodos de estiagem e retardo no início da estação chuvosa em função da maior variabilidade climática, fenômenos correntes nos últimos anos, aliados à necessidade de colheita anual preservando apenas o cladódio-mãe justificam o uso da irrigação. Outrossim, a

possibilidade de uso de águas com salinidade elevada, presentes no Semiárido brasileiro para manutenção da estabilidade da produção no período mais seco do ano reforçam a ideia do uso da irrigação, particularmente pela alta eficiência de uso da água dessas espécies. A irrigação é efetiva para aumentar a produtividade de massa verde e de matéria seca na palma forrageira, apesar do decréscimo no teor de matéria seca. Contudo, esse aumento do teor de água na planta torna o cultivo uma reserva importante de água que contribui para a dessedentação dos animais.

### REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. S. M. A.; SILVA, F. F.; DONATO, S. L. R.; RODRIGUES, E. S. O.; COSTA, L. T.; MATEUS, R. G.; SOUZA, D. R.; SILVA, V. L. Palma forrageira em dietas de novilhas leiteiras confinadas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.2, p.1013-1030, 2015.
- ALI, M. H.; HOQUE, M. R.; HASSAN, A. A.; KHAIR, A. Effects of deficit irrigation on yield, water productivity and economic returns of wheat. **Agricultural water management**, v.92, p.151-161, 2007.
- CAMINHA JUNIOR, I. C.; SERAPHIM, O. J.; GABRIEL, L. R. A. Caracterização de uma área agrícola irrigada com efluente agroindustrial, através de análises químicas e da resistividade do solo. **Energia na Agricultura**, v.13, n.4, p.40-54, 2000.
- CAMPOS, A. R. F. **Manejo de irrigação na palma forrageira: definição de critérios com base no potencial matricial da água no solo**. 2018. 102f. Tese (Doutorado) – UFRB, Cruz das Almas.

- CORRÊA, R. M.; FREIRE, M. B. G. S.; FERREIRA, R. L. C.; FREIRE, F. J.; PESSOA, L. G. M.; MIRANDA, M. A.; MELO, D. V. M. Atributos químicos de solos sob diferentes usos em perímetro irrigado no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.2, p.305-314, 2009.
- DANTAS, F. D. G. **Lâminas de água salina e doses de adubação orgânica na produção de palma Miúda adensada no semiárido**. Macaíba, RN, 2015.92f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias Campus Macaíba. Programa de Pós-Graduação em Produção Animal.
- 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. p.129-140, 2010.
- DINIZ, W. J. S.; SILVA, T. G. F.; FERREIRA, J. M. S.; SANTOS, D. C.; MOURA, M. S. B.; ARAÚJO, G. G. L.; ZOLNIER, S. Consórcio palma-sorgo irrigado com diferentes lâminas de água no Semiárido brasileiro. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v.52, n.9, p.724-733, 2017.
- DONATO, S. L. R.; ARANTES, A. M.; BRITO, C. F. B.; RODRIGUES, M. G. V.; SILVA, J. A.; DONATO, P. E. R. Considerações sobre clima Semiárido e ecofisiologia da palma forrageira. **Informe Agropecuário**, v.38, n.296, p.7-20, 2017a.
- DONATO, P. E. R.; DONATO, S. L. R.; SILVA, J. A.; PIRES, A. J. V.; SILVA JUNIOR, A. A. Extraction/exportation of macronutrients by cladodes of ‘Gigante’ cactus pear under different spacings and organic fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.4, p.238-243, 2017b.
- DONATO, P. E. R.; PIRES, A. J. V.; DONATO, S. L. R.; BONOMO, P.; SILVA, J. A.; AQ INO, A. A. Morfometria e rendimento da palma forrageira ‘Gigante’ sob diferentes espaçamentos e doses de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.9, n.1, p.151-158, 2014.
- FONSECA, V. A.; SANTOS, M. R.; SILVA, J. A.; DONATO, S. L. R.; RODRIGUES, C. S.; BRITO, C. F. B. Morpho-physiology, yield, and water-use efficiency on *Opuntia ficus-indica* irrigated with saline water. **Acta Scientiarum-Agronomy**, v.41, p.e42631, 2019.
- FONSECA, V. A.; BRITO, C. F. B.; LELES, R. S.; SANTOS, M. R.; SILVA, J. A. Utilização de água salina na irrigação de palma forrageira no semiárido baiano. **Anais... XIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**, 08 a 11 de novembro, Aracaju - SE, 2016.
- FONSECA, V. A. **Estratégia de utilização de água salina no cultivo de palma forrageira ‘Gigante’**. 2017. 52 f. Dissertação (Mestrado Profissional) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Guanambi.

- KARAM, F.; LAHOUD, R.; MASAAD, R.; KABALAN, R.; BREIDI, J.; CHALITA, C.; ROUPHAEL, Y. Evapotranspiration, seed yield and water use efficiency of drip irrigated sunflower under full and deficit irrigation conditions. **Agricultural water management**, v.90, p.213-223, 2007.
- LEDO, A. A.; DONATO, S. L. R.; ASPIAZU, I.; SILVA, J. A.; DONATO, P. E. R.; CARVALHO, A. J. Yield and water use efficiency of cactus pear under arrangements, spacings and fertilizations. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, n.6, p.413-418, 2019.
- LIMA, G. F. C.; RÊGO, M. M. T.; SILVA, J. G. M.; DANTAS, F. D. G.; LOBO, R. N. B.; AGUIAR, E. M. **Situación actual de las técnicas de producción de nopal forrajero en Brasil: avances y limitaciones**. In: MONDRAGÓN-JACOBO, C.(Ed). Simpósio Internacional Tuna Nopal. 1. 2013. Puebla: Resumos. SAGARPA, 2013. p.94-105.
- 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**, v.29, n.2, p.481-488, 2016.
- LIMA, R. S.; PESSOA, R. A. S.; NASCIMENTO, W. G.; SILVA, J. R. C.; FERRAZ, I. Palma forrageira associada à silagem de sorgo corrigida com ureia e farelo de algodão em dietas para novilhos girolando. **Boletim de Indústria Animal**, v.74, n.4, p.342-350, 2017.
- MARSCHNER, P. (Ed.). **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. 3.rd ed. Amsterdam: Elsevier, 2012. 651p.
- MARTIN, J. D.; CARLESSO, R.; AIRES, N. P.; GATTO, J. C.; DUBOU, U.; FRIES, H. M.; SCHUEIBLER, R. B. Irrigação deficitária para aumentar a produtividade da água na produção de silagem de milho. **Irriga**, Edição Especial, p.192-205, 2012.
- MATOS, S. F.; BORGES, L. S.; AMARO, C. L.; OLIVEIRA, D. B.; CARMO, M. S.; TORRES JÚNIOR, H. D. **Folha seca: introdução à fisiologia vegetal**. 1.ed. - Curitiba: Appris, 2019. 189p.
- NOBEL, P. S. Environmental biology. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTA-BARRIOS, E. **Agroecology, cultivation and uses of cactus pear**. Rome: FAO, 1995. p.36-48 (FAO. Plant Production and Protection, 132).
- OLIVEIRA, R. C.; COELHO, E. F.; ARAÚJO, R. T. M.; TEIXEIRA, J. C.; BARROS, D. L.; SILVA, A. C. P.; AMORIM, M. S. **Condutividade elétrica de um solo manejado com diferentes lâminas de irrigação e diferentes doses de potássio**. FERTBIO. A responsabilidade

- ambiental da pesquisa agrícola. 17 a 21 de setembro – Centro de Convenções. Maceió – AL, 2012.
- 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.19, n.10, p.931-938. 2015.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: US Department of Agriculture, 1954. 160 p. USDA Agricultural Handbook, 60.
- SANTOS, M. R.; SILVA, A. J. P.; FONSECA, V. A.; CAMPOS, A. R. F.; LISBOA, M. A. Irrigação na palma forrageira. **Informe agropecuário**, v.38, n.296, p.76-88, 2017.
- SILVA, F. F.; SOUZA, D. D.; SÁ, J. F.; AGUIAR, M. S. M. A.; ALMEIDA, L. S. Palma forrageira na alimentação de bovinos. **Informe Agropecuário**, v.38, n.296, p.107-115, 2017.
- SILVA, J. A.; DONATO, S. L. R.; DONATO, P. E. R.; SOUZA, E. S.; PADILHA JÚNIOR, M. C.; SILVA JÚNIOR, A. A. Yield and vegetative growth of cactus pear at different spacings and under chemical fertilizations. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, n.6, p.564- 569, 2016.
- SILVA, J.A.; BONOMO, P.; DONATO, S.L.R.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F.; DONATO, P.E.R. Composição bromatológica de cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações químicas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.2, p.342-350, 2013.
- SILVA, L. M.; FAGUNDES, J. L.; VIEGAS, P. A. A.; MUNIZ, E. N.; RANGEL, J. H. A.; MOREIRA, A. L.; BACKES, A. A. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciência Rural**, v.44, n.11, p.2064-2071, 2014.
- SILVA, R. H. D. **Crescimento de palma forrageira irrigada com água salina**. Viçosa, MG. 2017, 56 f. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Piracicaba: Artmed, 2013. 820 p.
- TOMAZ, B. A.; PEREIRA, M. O.; ARAÚJO, M. C. **Crescimento de cultivares de palma forrageira sob diferentes níveis de salinidade**. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC. Maceió-AL, 21 a 24 de agosto de 2018.