

## EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA EM CULTIVARES DE PALMA FORRAGEIRA NO SEMIÁRIDO DE PERNAMBUCO

Diego de Lima Coêlho<sup>1</sup>, Lara Carolini Lima Tenório de Barros<sup>2</sup>, Clovis Domingos da Silva  
Carvalho Diniz<sup>3</sup>, Philip Moab Duarte de Amorim<sup>4</sup>, Djalma Cordeiro dos Santos<sup>5</sup>, Sérvulo Mercier  
Siqueira e Silva<sup>6</sup>

**RESUMO:** Estudos utilizando estratégias hídricas na palma forrageira torna-se uma alternativa para o aumento da produção animal. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do uso da água em cultivares de palma forrageira no semiárido pernambucano. Uma pesquisa foi conduzida no Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA) - Estação Experimental de Ibimirim, PE, Brasil, entre os anos de 2019 e 2023. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com parcelas sub subdivididas, em arranjo fatorial (2 x 4 x 3), com três repetições. As parcelas foram dois horários de irrigação (HI<sub>1</sub> = irrigação diurna e HI<sub>2</sub> = irrigação noturna), as sub parcelas foram quatro turnos de rega (TR<sub>1</sub> = 0, TR<sub>2</sub> = 14 TR<sub>3</sub> = 28 e TR<sub>4</sub> = 56 dias), aplicados em três sub subparcelas que foram as cultivares de palma forrageira IPA-Sertânia, Miúda e Orelha de Elefante Mexicana. Determinou-se a eficiência do uso da água na matéria verde (EUA\_MV) e a eficiência do uso da água na matéria seca (EUA\_MS). Não foram verificados efeitos significativos ( $p > 0,05$ ) nos horários de irrigação diurno e noturno para EUA\_MV e EUA\_MS. Os turnos de rega 14, 28 e 56 dias responderam bem quando as chuvas foram abaixo de 600 mm no ciclo produtivo. Em termos de EUA, recomenda-se o cultivo da palma forrageira OEM em sistema de irrigação por gotejamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Opuntia*, *Nopalea*, irrigação.

## WATER USE EFFICIENCY IN FORAGE CACTUS CULTIVARS IN THE SEMI- ARID REGION OF PERNAMBUCO

**ABSTRACT:** Studies using water strategies in forage cactus become an alternative for increasing animal production. The objective of this study was to evaluate the water use

<sup>1</sup> Doutor, Bolsista de Fixação Técnica - FACEPE, Instituto Agronômico de Pernambuco, Arcoverde, PE

<sup>2</sup> Discente de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Ciência Animal e Pastagens, UFAPE, Garanhuns, PE

<sup>3</sup> Discente de Mestrado, Depto de Tecnologia e Ciências Sociais, UNEB, Juazeiro, BA.

<sup>4</sup> Discente de Doutorado, Depto de Zootecnia, UFRPE, Recife, PE.

<sup>5</sup> Pesquisador, Instituto Agronômico de Pernambuco, Arcoverde, PE.

<sup>6</sup> Pesquisador, Instituto Agronômico de Pernambuco, Caixa Postal 51, CEP 56512-670, Arcoverde, PE. Fone (87) 996039501; [servulo.siqueira@ipa.br](mailto:servulo.siqueira@ipa.br)

efficiency in forage cactus in the semi-arid region of Pernambuco. Research was conducted at the Agronomic Institute of Pernambuco (IPA) - Experimental Station of Ibimirim, PE, Brazil, between 2019 and 2023. Randomized block split-split plots design was used, in factorial scheme (2 x 4 x 3), with three replications. The plots were two irrigation schedules (IS<sub>1</sub> = daytime irrigation and IS<sub>2</sub> = nighttime irrigation), the subplots were four irrigation intervals (II<sub>1</sub> = 0, II<sub>2</sub> = 14, II<sub>3</sub> = 28, and II<sub>4</sub> = 56 days), applied in three sub-subplots which were the cultivars of forage cactus IPA-Sertânia, Miúda, and Mexican Elephant Ear. The water use efficiency in green matter (WUE<sub>GM</sub>) and the water use efficiency in dry matter (WUE<sub>DM</sub>) were determined. No significant effects ( $p > 0.05$ ) of irrigation schedules were verified for WUE<sub>GM</sub> and WUE<sub>DM</sub>. The 14, 28 and 56 day irrigation intervals responded well when rainfalls were below 600 mm in the production cycle. In terms of WUE, it is recommended to cultivate MEE forage cactus in the irrigation drip system.

**KEYWORDS:** *Opuntia*, *Nopalea*, irrigation.

## INTRODUÇÃO

Até 2025, espera-se que 1,8 bilhão de pessoas vivam em países ou regiões com escassez hídrica absoluta (< 500 m<sup>3</sup> por ano por habitante) e dois terços da população mundial poderão estar sob condições de estresse hídrico (entre 500 e 1.000 m<sup>3</sup> por ano por habitante) (FAO, 2025). Diante desse cenário, há necessidade de produção de alimentos nessas regiões e isso vem proporcionando um aumento nos estudos com plantas que se adaptam a esses climas.

No Nordeste do Brasil, na região Semiárida, a palma forrageira (*Opuntia* spp. e *Nopalea* spp.) tornou-se uma alternativa de alimentação importante para o setor agropecuário, pois apesar da baixa concentração de matéria seca (5-15% MS), proteína bruta e fibras, apresenta elevada digestibilidade e níveis de carboidratos solúveis e reserva de água (Araújo Júnior et al., 2021a; Dubeux Júnior et al., 2021), além de metabolismo adaptado às condições climáticas do semiárido (Salvador et al., 2021).

As espécies, normalmente, cultivadas nesta região são a IPA-Sertânia (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck), a miúda (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck) e a orelha de elefante mexicana (*Opuntia stricta* Haw. (Haw.)), devido, essencialmente, à resistência à cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerrell, 1929, *Hemiptera: Dactylopidae*) (Araújo Júnior et al., 2021b).

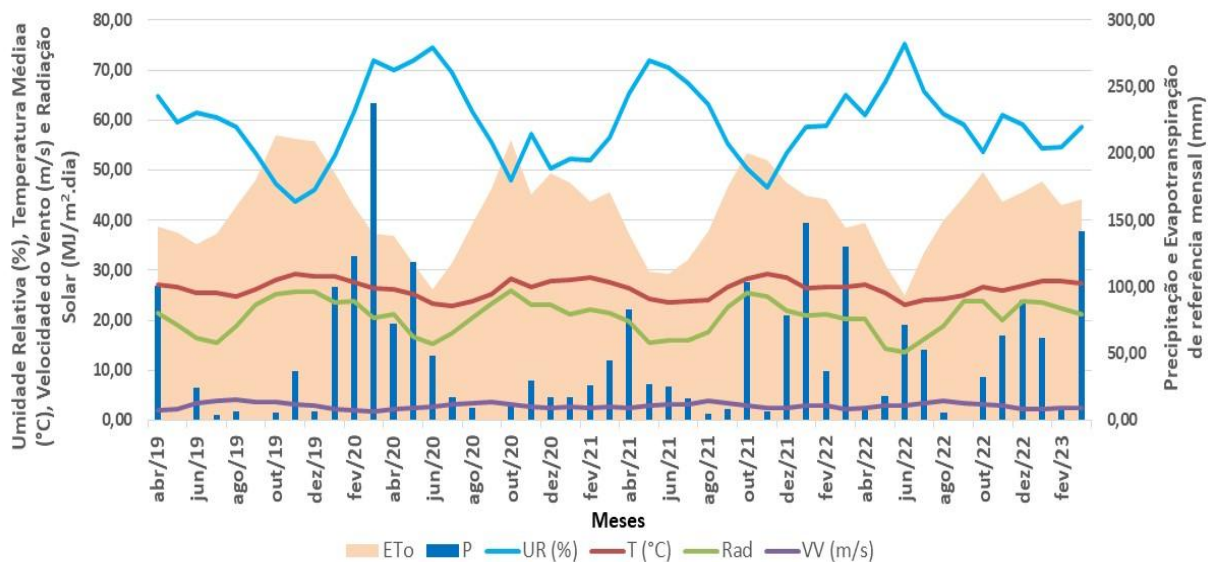
Mesmo com características de resistentes a seca, estudos com a palma forrageira sob diferentes condições de manejo hídrico vem se aprofundando, buscando incrementar seu potencial produtivo. A prática de utilizar água de forma mínima, nos períodos mais secos do ano, pode auxiliar no aumento da produção dessa cultura (Araújo Júnior et al., 2021b).

Contudo, uma irrigação eficiente também depende do período em que a água é aplicada, pois os horários de irrigação e turnos de rega exercem um papel relevante na maximização da absorção de água pelas plantas, reduzindo a evaporação e o risco de estresse hídrico (Alves et al., 2021). Espera-se que a oferta de água no período noturno, nos meses mais quentes e secos para a região, favoreça o crescimento das palmas, devido a redução da evapotranspiração das plantas.

A partir do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência do uso da água nas cultivares de palma forrageira IPA-Sertânia, Miúda e Orelha de Elefante Mexicana sob diferentes turnos de rega e horários de irrigação, no semiárido pernambucano.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em condições de campo na Estação Experimental de Ibimirim, PE, Brasil, pertencente ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) durante quatro ciclos produtivos. Os trabalhos começavam em abril e se estendia até março do ano seguinte, entre os anos de 2019 e 2023. A área está situada na latitude 8° 32' 26,46" S, longitude 37° 40' 39,12" WGr e altitude de 407 m. O clima da região é o BSh, seco semiárido quente, conforme a classificação de Köppen. Abaixo, na figura 01, segue o climatograma referente ao período do estudo.



**Figura 01.** Dados médios mensais para a evapotranspiração de referência (ETo), precipitação (P), umidade relativa do ar (UR), temperatura média (T), radiação solar (Rad) e velocidade do vento (VV), entre abril de 2019 e março de 2023. Ibimirim, PE, Brasil.

Utilizou-se um delineamento de blocos casualizados, com parcelas sub subdivididas, em combinação fatorial (2 x 4 x 3) com três repetições. As parcelas foram formadas pela

combinação de dois horários de irrigação (HI<sub>1</sub> = irrigação diurna e HI<sub>2</sub> = irrigação noturna). As subparcelas foram constituídas por quatro turnos de rega (TR<sub>1</sub> = 0, TR<sub>2</sub> = 14, TR<sub>3</sub> = 28 e TR<sub>4</sub> = 56 dias), aplicados em três sub subparcelas que foram as cultivares de palma forrageira IPA-200205/IPA-Sertânia, IPA-100004/Miúda (MIU), ambas (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck) e a IPA-200016/Orelha de Elefante Mexicana (OEM) (*Opuntia stricta* (Haw.) Haw.). O TR<sub>1</sub> = 0 referiu-se ao tratamento testemunha, ou seja, sem complementação hídrica.

Cada parcela experimental foi composta por três linhas de plantio com 05 m de comprimento. O espaçamento por planta foi 1,5 m x 0,2 m para a Miúda e 1,5 m x 0,4 m para a IPA-Sertânia e Orelha de Elefante Mexicana. Foi utilizada a linha central como área útil, excetuando 0,40 m nas extremidades dessa linha, totalizando 6,3 m<sup>2</sup>. Antes da instalação da área experimental foram coletadas amostras de solo na profundidade 0-20 cm para análises física e química, as quais seguem nas tabelas 01 e 02. A textura do solo determinada foi franco arenosa e classificada como neossolo flúvico.

**Tabela 01.** Características físicas do solo da área experimental. Ibimirim, PE.

Profundidade (cm)	Dap (g.cm <sup>-3</sup> )	Dr (g.cm <sup>-3</sup> )	Textura (%)				Umidade (cm <sup>-3</sup> .cm <sup>-3</sup> )		AD mm.cm
			Areia	Silte	Argila	Textura	0,33	15	
0-20	1,26	2,51	49	29	22	FA	17,91	9,72	1,03

Nota: Dap = Densidade aparente; Dr = Densidade real; FA = Franco arenosa; AD = Água disponível.

**Tabela 02.** Características químicas do solo da área experimental. Ibimirim, PE.

pH	P	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>
-	---mg/dm <sup>3</sup> ---	-----cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----					-
5,90	111	9,30	3,15	0,70	0,80	0,00	3,13

Nota: pH = Potencial hidrogeniônico; P = Fósforo; Ca<sup>2+</sup> = Íon cálcio; Mg<sup>2+</sup> = Íon magnésio; Na<sup>+</sup> = Íon sódio; K<sup>+</sup> = Íon potássio; Al<sup>3+</sup> = Íon alumínio; H<sup>+</sup> = íon hidrogênio

Foi plantado um cladódio por cova, enterrado a 50% no solo. No decorrer do experimento realizaram-se adubações orgânicas, em torno 10 Mg.ha<sup>-1</sup> de esterco com base na matéria seca, no período das chuvas e adubação mineral com 100 Kg.ha<sup>-1</sup> de N, cuja fonte foi ureia, aplicada sempre no início da complementação hídrica. Os tratos culturais e fitossanitários na área experimental foram realizados sempre que necessários.

A água utilizada para a complementação hídrica foi proveniente de um poço tubular com 168 m de profundidade e vazão de 17 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>, a qual foi classificada como C<sub>1</sub>S<sub>1</sub>, segundo Richards (1954), sendo as referidas características químicas expressas na Tabela 03.

**Tabela 03.** Características químicas da água utilizada na área experimental. Ibimirim, PE.

pH	RAS	CEa	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl <sup>-</sup>
-	meq L <sup>-1</sup>	dS m <sup>-1</sup>	-----meq L <sup>-1</sup> -----						
7,90	0,73	0,15	1,72	0,80	0,82	0,24	3,66	1,80	1,21

Nota: pH = Potencial hidrogeniônico; RAS = Razão de adsorção de sódio; CEa = Condutividade elétrica da água; Ca<sup>2+</sup> = Íon cálcio; Mg<sup>2+</sup> = Íon magnésio; Na<sup>+</sup> = Íon sódio; K<sup>+</sup> = Íon potássio; CO<sub>3</sub> = Carbonato; HCO<sub>3</sub> = Bicarbonato; Cl<sup>-</sup> = Cloreto.

O sistema de irrigação localizada utilizado no experimento foi por gotejamento, onde foi usado uma linha do sistema para uma linha de plantio. Na ocasião, foram determinados os valores das lâminas de irrigação, bem como os coeficientes de uniformidades de Christiansen (CUC), apresentando excelentes resultados, CUC > 95%.

As lâminas para atender as plantas foram calculadas por meio da evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>). Os valores da ET<sub>0</sub> foram calculados conforme Penman-Monteith (eq.1), parametrizada pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) (Allen et al., 1998). Os dados foram obtidos a partir de uma Estação Meteorológica de Observação Automática, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), instalada a 200 m do local do experimento.

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(Rn-G) + \gamma \frac{900}{T+273} \mu_2 (es-ea)}{\Delta + \gamma (1+0,34 \mu_2)} \quad (01)$$

Em que, ET<sub>0</sub> = evapotranspiração de referência, (mm d<sup>-1</sup>); Δ = declividade da curva de pressão de vapor de saturação, (kPa °C<sup>-1</sup>); G = fluxo de calor no solo, (MJ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>); Rn = saldo de radiação líquida, (MJ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>); γ = constante psicrométrica, (kPa °C<sup>-1</sup>); T = temperatura média diária do ar a dois metros de altura, (°C); μ<sub>2</sub> = velocidade do vento a dois metros de altura, (m s<sup>-1</sup>); es = pressão de saturação de vapor, (kPa); ea = pressão de vapor atual do ar, (kPa); es-ea = déficit de pressão de vapor, (kPa).

Na estimativa para se obter a ET<sub>c</sub> diária foi adotado o valor de 50% da ET<sub>0</sub>, sendo este multiplicado por um coeficiente de cultivo inicial, K<sub>c inicial</sub> = 0,30 mensal, crescente em 0,02 até o limite de K<sub>c final</sub> = 0,52 para a palma forrageira (Queiroz et al., 2016). Também entrou nos cálculos um valor referente ao coeficiente de ajuste para a irrigação localizada (K<sub>L</sub>). Nesse estudo, o K<sub>L</sub> foi baseado no percentual da área sombreada (PAS) pelas plantas, em relação a área total da planta (eq. 02). Por fim, com o valor resultante da ET<sub>c</sub> diária (eq.03) foram somados os dias e aplicados para cada tratamento de turno de rega.

$$PAS = \frac{AS}{AT} \quad (02)$$

PAS – porcentagem de área sombreada;

AS – área sombreada pela planta (m<sup>2</sup>);

AT – área total da planta (m<sup>2</sup>).

$$ETc = 0,5x ET0 x Kc x KL \quad (03)$$

ETc – evapotranspiração da cultura (mm);

ET0 – evapotranspiração de referência (mm);

Kc – coeficiente de cultivo;

KL – coeficiente de ajuste para irrigação localizada.

Ao final do primeiro, segundo, terceiro e quarto ciclos de cultivos foram contabilizados os valores referentes aos volumes precipitados de 844,1, 470,4, 670,7 e 525,9 mm, respectivamente. Já as complementações hídricas foram realizadas entre setembro e dezembro, período mais quente e seco para a região ou até o retorno do regime pluviométrico, cujos valores foram 50,2, 54,8, 18,5 e 45,4 mm para os respectivos ciclos supracitados. As lâminas de irrigação aplicadas foram iguais nos tratamentos 14, 28 e 56 dias.

Ao final de cada ciclo, foram somados os volumes precipitados com as complementações hídricas, o que representou a entrada de água no sistema, totalizando 894,3, 525,2, 689,2 e 571,3 mm do primeiro ao quarto ciclo.

Após a colheita, foram realizadas leituras das variáveis eficiência do uso da água na matéria verde (EUA\_MV) ( $\text{kg.m}^{-3}$ ) e eficiência do uso da água na matéria seca (EUA\_MS) ( $\text{kg.m}^{-3}$ ).

$$EUA = \frac{Y}{P+I} \quad (04)$$

Em que, EUA representa a eficiência do uso da água para a matéria verde e seca; Y representa a produtividade da matéria verde e seca alcançada em cada tratamento (kg), em razão da precipitação (P) somado com a irrigação (I), ambos em  $\text{m}^3$ , em cada ano de cultivo.

A partir dos dados obtidos procedeu-se a análise de variância e o Teste F. As variáveis com efeitos significativos foram submetidas à comparação dos valores médios utilizando o teste de Tukey, ( $p < 0,05$ ) para os sistemas de irrigação, turnos de rega, cultivares e anos de cultivo. Todas as análises estatísticas foram processadas no Programa Computacional SISVAR<sup>®</sup> (Ferreira, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para EUA\_MV e EUA\_MS nos diferentes ciclos produtivos estão dispostos na Tabela 04. Não foram verificados efeitos significativos ( $p > 0,05$ ) para os horários de irrigação por ciclo e conjuntamente. Tais resultados podem estar relacionados às condições ambientais e à fisiologia da planta, caracterizada pelo seu processo fotossintético, fixando o  $\text{CO}_2$  atmosférico durante a noite e captando energia solar durante o dia (Donato et al. 2014),

mecanismo característico de plantas de metabolismo ácido das crassuláceas (MAC), que faz com que haja abertura estomática noturna e fechamento diurno.

Em relação aos turnos de rega, houve um melhor resultado para o TR<sub>4</sub> no ciclo 2020/21, sendo este superior em 34,51% à testemunha. Neste ciclo o volume de chuvas foi o menor. Logo, a água que foi complementada nos tratamentos irrigados favoreceu o crescimento das palmas em detrimento ao TR<sub>1</sub>. O oposto foi verificado no ciclo seguinte 2021/22, onde o baixo volume de água disponibilizado não favoreceu os tratamentos irrigados quando comparado à testemunha, pois o retorno das chuvas foi mais cedo, cessando a aplicação da água o que contribuiu para as plantas desse tratamento.

Quanto as cultivares, as maiores EUA\_MV e EUA\_MS ( $p < 0,05$ ) foram observadas, de modo geral, na palma forrageira OEM, MIU e IPA-Sertânia, nessa ordem. Analisando os dados conjuntos que seguem, verificaram-se que foram necessários 21,6 L de água para a produção de 1 kg MV na palma OEM, já na IPA foram necessários 59,5 L. Na EUA\_MS, a OEM utilizou 276,2 L de água, enquanto a MIU precisou de 408,2 L para produzir 1 kg de MS. Segundo Silva et al. (2015a) e Silva et al. (2015b), os clones de palma forrageira apresentam diferenças morfológicas que alteram a capacidade de acumulação de água no dossel e, portanto, a eficiência do uso da água.

A palma OEM tem mostrado boas repostas agronômicas, menos exigente em nutrientes, mais tolerante às condições de estresse hídrico e também tem apresentado maior produção de MS por unidade de área, contribuindo para a eficiência do uso de água, em relação à palma MIU e IPA, Lopes et al., 2019 e Silva et al., 2020.

## CONCLUSÕES

Para as condições de Ibimirim, PE recomenda-se o cultivo da palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana, dada a sua maior eficiência de uso da água para a matéria verde e seca. A complementação hídrica nos horários diurno e noturno independe para a palma forrageira, no entanto quando realizada durante o dia é mais prática de se aplicar. Quando o volume total de água para a cultura for inferior aos 525 mm a complementação hídrica passa a ser necessária, independente do tratamento do TR. Quando o volume total de água for próximo aos 700 mm e bem distribuídos a testemunha pode ser favorecida.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) - APQ-0468-5.03/18 pelo apoio financeiro, ao IPA pelas instalações e pelo suporte na condução do estudo e à Fundação *dryGrow* pela parceria.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ALVES, C. P.; SOUZA, L. S. B.; JARDIM, A. M. R. F.; ARAÚJO JÚNIOR, G. N.; PINHEIRO, A. G.; SALVADOR, K. R. S.; SILVA, G. I. N.; SILVA, T. G. F. Resiliência agrícola no cultivo consorciado palma-sorgo em ambiente semiárido: uma revisão. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 7, p. 3932-3952, 2021. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.7.p3932-3952>
- ARAÚJO JÚNIOR, G. N.; SILVA, T. G. F.; SOUZA, L. S. B.; ARAÚJO, G. G. L.; MOURA, M. S. B.; ALVES, C. P.; SALVADOR, K. R. S.; SOUZA, C. A. A.; MONTENEGRO, A. A. A.; SILVA, M. J. Phenophases, morphophysiological indices and cutting time in clone of the forage cacti under controlled water regimes in a semiarid environment. **Journal of Arid Environments**, v. 190, 104510, 2021a. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2021.104510>
- ARAÚJO JÚNIOR, G. N.; SILVA T. G. F.; SOUZA L. S. B.; SOUZA M. S.; ARAÚJO, G. G. L.; MOURA M. S. B.; SANTOS, J. P. A. S.; JARDIM, A. M. R. F.; ALVES, C. P.; ALVES H. K. M. N. Productivity, bromatological composition and economic benefits of using irrigation in the forage cactus under regulated deficit irrigation in a semiarid environment. **Bragantia**, v. 80, e1221. 2021b. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20200390>
- 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**, v. 27, n.1, p.163-172, 2014.
- DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; CUNHA, M. V.; SANTOS, D. C.; SOUZA, R. T. A.; MELLO, A. C. L.; SOUZA, T. C. Cactus (*Opuntia* and *Nopalea*) nutritive value: A review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 275, 114890, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114890>

FAO. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. **Land & Water**. 2025. Disponível em: <<https://www.fao.org/land-water/water/water-scarcity/en/>>. Acesso em: 30 jul. 2025.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>

LOPES, L. A.; CARDOSO, D. B.; CAMARGO, K. S.; SILVA, T. G. P.; SOUZA, J. S. R.; SILVA, J. R. C.; MORAIS, J. S.; ARAÚJO, T. P. M. Palma forrageira na alimentação de ruminantes. **PUBVET**, v. 13, n. 2, p. 1-10, 2019. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v13n3a277>.  
1-10.

QUEIROZ, M. G.; SILVA, T. G. F.; ZOLNIER, S.; SILVA, S. M. S.; SOUZA, C. A. A.; CARVALHO, H. F. S. Relações hídrico-econômicas da palma forrageira cultivada em ambiente semiárido. **Irriga**, v. 1, n. 01, p. 141-154, 2016. <https://doi.org/10.15809/irriga.2016v1n01p141-154>

RICHARDS, L. A. **Diagnose and improvement of saline and alkali soils**. Washington: USDA, 1954. 60p. Handbook, 60.

SALVADOR, K. R. S.; JARDIM, A. M. R. F.; ARAÚJO JÚNIOR, G. N.; ALVES, C. P.; PINHEIRO, A. G.; PEREIRA, R. C. G.; SOUZA, L. S. B.; SILVA, T. G. F. Intensificação de sistemas de produção de palma forrageira por meio de consorciação rotativa com gramíneas, leguminosas e oleaginosas: uma revisão. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 4, p. 2369-2390, 2021. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.4.p2322-2343>

SILVA, T. G. F.; PRIMO, J. T. A.; MORAIS, J. E. F.; DINIZ, W. J. S.; SOUZA, C. A. A.; SILVA, M. C. Crescimento e produtividade de clones de palma forrageira no semiárido e relações com variáveis meteorológicas. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 2, p. 10-18, 2015a.

SILVA, T. G. F.; PRIMO, J. T. A.; MOURA, M. S. B.; SILVA, S. M. S.; MORAIS, J. E. F.; PEREIRA, P. C.; SOUZA, C. A. A. Soil water dynamics and evapotranspiration of forage cactus clones under rainfed conditions. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 7, p. 515-525, 2015b. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015000700001>

SILVA, E. C. B. et al. Efeito da irrigação suplementar na produtividade e eficiência no uso de água da palma forrageira. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 6, p. 2744-2759, 2020.

**Tabela 04.** Eficiência do uso da água na matéria verde (EUA\_MV) e eficiência do uso da água na matéria seca (EUA\_MS) em diferentes horários de irrigação, turnos de rega e cultivares de palma forrageira. Dados médios do 1º ciclo produtivo - 2019/20, 2º ciclo produtivo - 2020/21, 3º ciclo produtivo - 2021/22, 4º ciclo produtivo - 2022/23 e análise conjunta do período. Ibimirim, PE, Brasil.

EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA NA MATÉRIA VERDE - EUA_MV (kg.m <sup>-3</sup> )									
Anos	Horários de Irrigação - HI		Turno de Rega - TR (dias)				Cultivares - C		
-	Diurno (D)	Noturno (N)	0	14	28	56	IPA	MIU	OEM
2019/20	20,41 a	19,29 a	21,21 a	18,15 a	19,90 a	20,14 a	13,08 c	17,84 b	28,63 a
2020/21	33,81 a	30,98 a	27,15 b	33,21 ab	32,70 ab	36,52 a	20,95 c	26,62 b	49,62 a
2021/22	32,25 a	32,80 a	36,42 a	31,30 b	29,76 b	32,78 ab	16,66 b	22,78 b	58,26 a
2022/23	30,25 a	31,44 a	29,01 a	32,61 a	31,18 a	30,56 a	16,49 c	27,56 b	48,48 a
Conjunta	29,18 a	28,65 a	28,45 a	28,82 a	28,38 a	30,00 a	16,80 c	23,70 b	46,25 a

EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA NA MATÉRIA SECA - EUA_MS (kg.m <sup>-3</sup> )									
Anos	Horários de Irrigação - HI		Turno de Rega - TR (dias)				Cultivares - C		
-	Diurno (D)	Noturno (N)	0	14	28	56	IPA	MIU	OEM
2019/20	1,48 a	1,44 a	1,51 a	1,36 a	1,51 a	1,46 a	0,95 c	1,53 b	1,90 a
2020/21	3,39 a	2,99 a	2,80 a	3,11 a	3,36 a	3,50 a	2,02 c	3,02 b	4,54 a
2021/22	2,57 a	2,59 a	2,88 a	2,46 bc	2,37 c	2,59 b	1,41 c	2,15 b	4,17 a
2022/23	2,79 a	2,88 a	2,79 a	2,87 a	2,90 a	2,78 a	1,52 c	3,09 b	3,88 a
Conjunta	2,56 a	2,47 a	2,49 a	2,45 a	2,54 a	2,58 a	1,48 c	2,45 b	3,62 a

Nota: IPA = IPA-Sertânia; MIU = Miúda; OEM = Orelha de Elefante Mexicana. Valores médios seguidos da mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p < 0,05).