

MORFOFISIOLOGIA DA PALMA FORRAGEIRA EM SISTEMA CONSORCIADO COM CUNHÃ E SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALOBRA

Rute Maria Rocha Ribeiro¹, Claudivan Feitosa de Lacerda², Raimundo Nonato Távora Costa²,
Henderson Castelo de Sousa³, José do Egito Sales Andrade³, Jonnathan Rícheds da Silva Sales³

RESUMO: A irrigação suplementar com água salobra e a prática do consórcio pode diminuir os efeitos deletérios do estresse hídrico sob a morfofisiologia das plantas, especialmente em períodos de veranicos. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da irrigação com água salobra (CEa média = 3,5 dS m⁻¹) e de diferentes sistemas de produção sobre a morfofisiologia na cultura da palma forrageira cv. ‘Orelha de elefante’, em sistema consorciado com a cunhã. O experimento foi conduzido no município de General Sampaio – CE, no ano de 2022. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com quatro blocos. As parcelas foram referentes a dois cenários hídricos: sequeiro e irrigado; as subparcelas foram formadas por três sistemas de produção compostos pelas forrageiras cunhã (*Clitória ternatea* L.) e palma forrageira (*Opuntia stricta* (Haw) Haw): Sistema 1 – palma forrageira em monocultivo (P) (2,0 x 0,1m), Sistema 2– palma forrageira consorciada (2,0 x 0,1m) com uma linha de cunhã (P+1C) (1,0 x 0,1m), Sistema 3 – palma forrageira (3,0 x 0,1m) consorciada com duas linhas de cunhã (P+2C) (1,0 x 0,1m). Foram avaliadas a taxa de incremento de biomassa e a taxa de assimilação líquida dos 120 aos 291 dias após o plantio. A irrigação com água salobra de 3,5 dS m⁻¹ na cultura na palma, atenua os efeitos deletérios do estresse hídrico e possibilita maior crescimento dos cladódios durante a estação seca e maior taxa de assimilação líquida no sistema consorciado P+2C.

PALAVRAS-CHAVE: Salinidade. Desenvolvimento. Forragem.

¹ Doutoranda em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza-CE. E-mail: rutemaryrocha@gmail.com

² Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE.

³ Doutorando em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza-CE

MORPHOPHYSIOLOGY OF FORAGE CACTUS IN INTERCROPPED SYSTEM WITH BUTTERFLY PEA AND UNDER IRRIGATION WITH BRACKISH WATER

ABSTRACT: Supplemental irrigation with brackish water and the practice of intercropping can reduce the deleterious effects of water stress on plant morphophysiology, especially during dry spells. The objective of the present study was to evaluate the effect of irrigation with brackish water (mean $EC_w = 3.5 \text{ dS m}^{-1}$) and different production systems on the morphophysiology and mineral element contents of the forage cactus cv. 'Orelha de elefante'. The experiment was conducted in the municipality of General Sampaio - CE, in 2022. The experimental design was in randomized blocks, in subdivided plots, with four blocks. The plots referred to two water scenarios: rainfed and irrigated; The subplots were formed by three production systems composed of the forage plants butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.) and Forage cactus (*Opuntia stricta* (Haw) Haw): System 1 – Forage cactus in monoculture (P) (2.0 x 0.1 m), System 2 – Forage cactus intercropped (2.0 x 0.1 m) with one row of Butterfly pea (P+1C) (1.0 x 0.1 m), System 3 – Forage cactus (3.0 x 0.1 m) intercropped with two rows of butterfly pea (P+2C) (1.0 x 0.1 m). The biomass growth rate and the net assimilation rate were evaluated from 120 to 291 days after planting. Irrigation with brackish water of 3.5 dS m^{-1} in palm crops mitigates the deleterious effects of water stress and enables greater growth of cladodes during the dry season and a higher rate of net assimilation in the P+2C intercropped system.

KEYWORDS: Salinity. Development. Forage.

INTRODUÇÃO

A palma forrageira é fonte de água e energia para ruminantes e outros tipos de animais, principalmente durante a estação seca do ano (Dubeux Júnior et al., 2021). Sua produtividade é elevada, o que contribui para seu cultivo por pequenos agricultores e pecuaristas de regiões com menores precipitações anuais em sistema de sequeiro (Silva et al., 2019). A agricultura irrigada cumpre um importante papel na manutenção dessa produção e redução do estresse hídrico nas culturas. No entanto, a água utilizada para irrigação nas regiões áridas e semiáridas apresenta muitas vezes altas concentrações de sais, principalmente a de poços tubulares (Silva et al., 2007).

A irrigação suplementar com água salobra pode diminuir as perdas da agricultura de sequeiro, especialmente em períodos de veranicos, ao passo que, a irrigação suplementar pode reduzir os efeitos negativos dos períodos de seca nas trocas gasosas foliares (Cavalcante et al., 2022). O consórcio de culturas promove a melhoria no ambiente do dossel, podendo elevar as taxas fotossintéticas (Chi et al., 2023).

Estudos envolvendo sistemas consorciados de cactáceas com leguminosas, como a palma cv. ‘Orelha de elefante’ (*Opuntia stricta* (Haw) Haw) e a cunhã (*Clitoria ternatea* L.) sob irrigação suplementar com água de baixa qualidade ainda são escassos na literatura, uma vez que não existem estudos que investiguem a influência do consórcio e da utilização de irrigação suplementar sob a morfofisiologia da palma forrageira. Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da irrigação com água salobra e de diferentes sistemas de produção sobre a morfofisiologia da palma forrageira cv. Orelha de Elefante, em sistema consorciado com a cunhã.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de fevereiro a dezembro de 2022, na localidade de Riacho das Pedras pertencente ao município de General Sampaio localizado no Estado do Ceará, Brasil, com coordenadas de latitude 4° 03’ 10” Sul; e longitude 39° 27’ 16” Oeste. Os cultivos foram estabelecidos após o início da estação chuvosa, no mês de fevereiro de 2022, em uma área de 0,2 ha. As culturas utilizadas foram a palma forrageira (*Opuntia stricta* (Haw) Haw), cultivar ‘Orelha de Elefante’, e a leguminosa forrageira cunhã (*Clitoria ternatea* L.). O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com quatro blocos. As parcelas foram referentes a dois regimes hídricos: sequeiro e irrigado; já as subparcelas foram formadas por três sistemas de produção de biomassa: Sistema 1 – palma forrageira em monocultivo (P) (2,0 x 0,1m); Sistema 2 – palma forrageira consorciada (2,0 x 0,1m) com uma linha de cunhã (P+1C) (1,0 x 0,1m); Sistema 3 – palma forrageira (3,0 x 0,1m) consorciada com duas linhas de cunhã (P+2C) (1,0 x 0,1m). Os tratamentos irrigados foram abastecidos por meio do método de irrigação localizada, utilizando-se um sistema por gotejamento, com uma linha de irrigação por fileira de plantas, sendo utilizadas fitas gotejadoras de polietileno flexível, com vazão de 1,7 L h⁻¹ por emissor, espaçamento entre emissores de 0,20 m, pressão de serviço de 101,32 kPa e coeficiente de uniformidade de distribuição 90%.

A água utilizada na irrigação foi proveniente da mistura de águas de um poço profundo (70 m de profundidade e vazão 504 L h⁻¹) e um poço Amazonas (cacimbão). A cunhã foi irrigada de forma suplementar durante os meses de fevereiro e agosto, enquanto a palma forrageira foi irrigada durante a estação seca (julho a dezembro). O valor médio da salinidade da água de irrigação na estação seca (mistura 1:1 das duas fontes hídricas) foi de 3,5 dS m⁻¹ para cultura da palma forrageira. Na cultura da palma a irrigação deu-se somente na estação seca (julho a dezembro), foi aplicado um volume de 4500 L em cada evento de irrigação. Foi adotado um turno de rega de sete dias, totalizando 20 eventos de irrigação, com lâmina total de 267,85 mm.

De junho a dezembro de 2022 (dos 120 aos 291 dias após o plantio – DAP) foram coletadas mensalmente amostras de cladódios de todas as ordens e de todos os tratamentos para a obtenção da biomassa verde (g). A taxa de incremento de biomassa produzida foi obtida por meio da variação do crescimento e produção de massa verde ao longo de amostragens sucessivas durante o ciclo, sendo determinada pela correlação da biomassa verde com o tempo que gerou equações de regressão para cada sistema de produção. Posteriormente as amostras foram levadas para uma estufa de circulação de ar forçado por 72h a 65°C, para determinação do teor de biomassa seca. Por meio da biomassa seca dos cladódios e da área do cladódio foi calculada a taxa de assimilação líquida (TAL) aos 120 e 291 DAP, de acordo com a metodologia de Queiroz et al. (2015).

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade da distribuição, independência e homocedasticidade dos dados (teste de Shapiro-Wilk e Bartlett) em nível de 5% de probabilidade. Em seguida foi realizada a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software Rstudio versão 4.4.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa de crescimento da palma forrageira no cenário de sequeiro foi maior no sistema de monocultivo (1,06 g dia⁻¹), já no cenário irrigado com água salobra a maior taxa de crescimento foi observada no sistema consorciado P+1C (1,50 g dia⁻¹) (Figura 1). A irrigação com água salobra propiciou um maior incremento diário de biomassa verde na palma forrageira de 15,93; 52,66 e 53,43% nos sistemas P, P+1C e P+2C, respectivamente, em relação aos valores observados nesses sistemas quando não houve irrigação.]

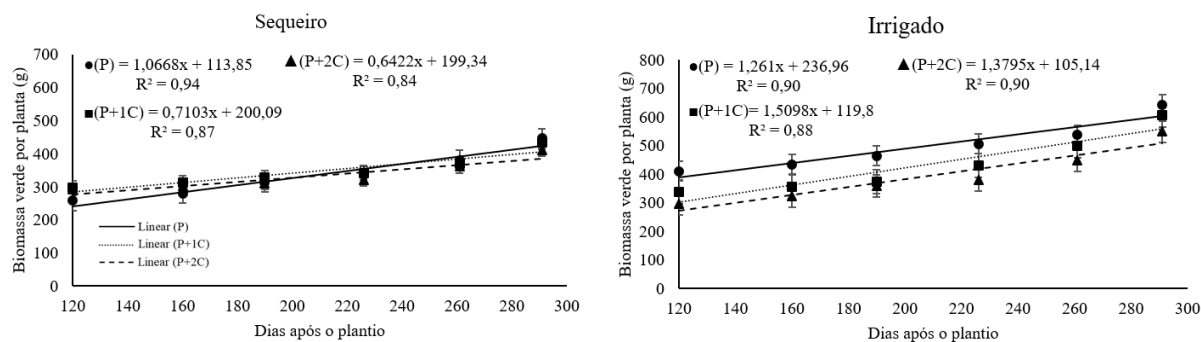


Figura 1. Taxa de incremento de biomassa da palma forrageira em sistemas de produção com cunhã e sob suplementação com água salobra no período de 120 a 291 dias após o plantio.

De acordo com Silva et al. (2021) a variedade ‘Orelha de elefante’ é mais tolerante ao cultivo sob irrigação com água salobra, pois apresentou um melhor desempenho vegetativo comparado a variedade ‘Miúda’. De modo similar, Fonseca et al. (2019) notaram que o uso de água salobra ($3,6 \text{ dS m}^{-1}$) na irrigação da palma forrageira não ocasionou efeitos deletérios ao crescimento da cultura, mesmo na presença de sais.

A irrigação com água salobra favoreceu a taxa de assimilação líquida da cultura da palma no sistema de produção P+2C, com incrementos de 100% em relação ao valor observado no cenário hídrico de sequeiro. Nos outros sistemas de produção não houve diferença estatística entre os cenários hídricos para a variável mencionada (Figura 2). A TAL representa a fotossíntese líquida, resultado do balanço entre os fotoassimilados produzidos pela fotossíntese e aqueles perdidos na respiração (Nunes et al., 2020). A conformação espacial do sistema P+2C pode ter ocasionado uma melhor performance fisiológica da palma, tanto pelo maior espaçamento entre linhas de plantio que pode ter favorecido uma maior captação de luz entre os cladódios, como pelo consórcio com duas linhas de cunhã o que leva a um maior sombreamento do solo e redução da evaporação da água.

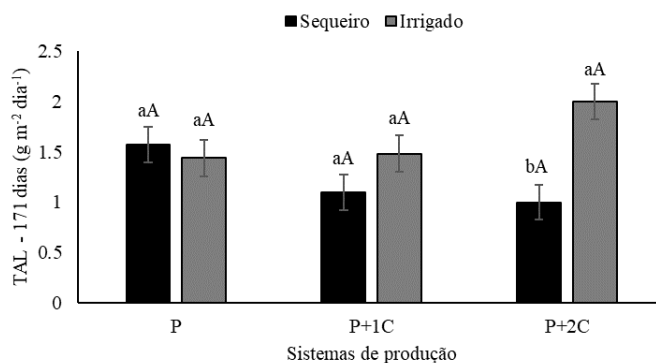


Figura 2. Taxa de assimilação líquida da cultura da palma em sistemas de produção com cunhã e sob suplementação com água salobra no período de 171 dias (dos 120 até os 291 dias após o plantio). Para interação C X S, médias seguidas de letra minúscula na coluna correspondem aos sistemas de produção, já as letras maiúsculas aos cenários hídricos. Letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Jardim et al. (2021) avaliando os efeitos do consórcio palma forrageira-sorgo sob a morfofisiologia e fenologia da forragem da palma constataram uma menor taxa de assimilação líquida na cv. 'IPA' consorciada de $1,0 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, em comparação aos valores observados no sistema de monocultivo ($3,9 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$), já na cv. 'Orelha de elefante'.

CONCLUSÕES

A irrigação com água salobra de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ na cultura na palma, atenua os efeitos deletérios do estresse hídrico e possibilita maior crescimento dos cladódios durante a estação seca e maior taxa de assimilação líquida no sistema consorciado P+2C.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam sua gratidão à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas de estudo ao primeiro autor. Reconhecem também o apoio da Pesquisadora Chefe do Programa de Agricultura do Governo do Estado do Ceará (SDE/ADECE/FUNCAP), do INCTAgriS (CNPq/FUNCAP/CAPES) pelo apoio financeiro recebido para esta pesquisa, e da Prefeitura Municipal de General Sampaio - Estado do Ceará, Brasil, pelo apoio institucional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAVALCANTE, E. S. et al. Supplemental Irrigation with Brackish Water Improves Carbon Assimilation and Water Use Efficiency in Maize under Tropical Dryland Conditions. **Agriculture**, [S.L.], v. 12, n. 4, p. 544, 11 abr. 2022.

CHI, B.; et al. Alternate intercropping of cotton and peanut increases productivity by increasing canopy photosynthesis and nutrient uptake under the influence of rhizobacteria. **Field Crops Research**, [S.L.], v. 302, p. 109059, out. 2023.

DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; et al. Cactus (Opuntia and Nopalea) nutritive value: a review. **Animal Feed Science And Technology**, [S.L.], v. 275, p. 114890, maio 2021.

FONSECA, V. A.; et al. Morpho-physiology, yield, and water-use efficiency of *Opuntia ficus-indica* irrigated with saline water. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.41, p.1-11, 2019.

JARDIM, A. M. da R. F.; et al. Intercropping forage cactus with sorghum affects the morphophysiology and phenology of forage cactus. *African Journal Of Range & Forage Science*, [S.L.], v. 40, n. 2, p. 129-140, 6 ago. 2021.

NUNES, J. da S. L.; et al. Índices morfofisiológicos e biofísicos da palma forrageira cultivada sob tecnologias hídricas na bacia do Rio Pajeú. *Journal Of Environmental Analysis And Progress*, [S.L.], v. 5, n. 1, p. 128-139, 13 mar. 2020.

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

SILVA, C. das C.; et al. Initial growth of forage cactus varieties under different water salinity levels. *Brazilian Journal of Irrigation and Drainage*, v. 26, n. 1, p. 55–64, 2021.

SILVA, A. S.; et al. Características agronômicas de variedades de *Opuntia cochenillifera* e *Nopalea cochenillifera* sob diferentes densidades de plantio. *Colloquium Agrariae*, v. 15, n. 6, p. 88–96, 2019.

SILVA, F. J. A.; et al. Águas subterrâneas no Ceará—Poços instalados e salinidade. *Rev. Tecnol.*, v. 28 , p.136–159, 2007.