



CRESCIMENTO DE PALMA FORRAGEIRA IRRIGADA COM LÂMINAS DEFICITÁRIAS E MANEJO VIA EVAPOTRANSPIRAÇÃO

Francisco Mardones Servulo Bezerra¹, Claudivan Feitosa de Lacerda², Jonnathan Richeds da Silva Sales³, Eduardo Santos Cavalcante⁴, Carla Ingrid Nojosa Lessa⁵, Rute Maria Rocha Ribeiro⁶

RESUMO: O objetivo da pesquisa consistiu em avaliar o crescimento da palma forrageira submetida à irrigação com lâminas deficitárias e manejada com base na evapotranspiração de referência (E_{To} mm dia⁻¹) estimada pelas equações de Hargreave-Samani (HS) e Penman-Monteith (PM). A pesquisa foi conduzida na área experimental da Escola Família Agrícola Dom Fragoso (EFA Dom Fragoso), no município de Independência/CE. O arranjo experimental da pesquisa foi constituído em esquema fatorial 2 x 5 sendo: duas equações de estimativa da evapotranspiração de referência (Hargreave-Samani e Penman-Monteith) e cinco lâminas de irrigação (0; 20; 40; 70 e 100% da irrigação total necessária - ITN) em blocos aleatorizados com quatro repetições. Não houve efeito isolado das equações, tampouco da interação equações x lâminas de irrigação sobre as variáveis analisadas. Tendo sido observado efeito, de forma isolada, apenas das lâminas de irrigação na altura e largura das plantas e na área foliar de cladódios. Assim, a irrigação pode ser manejada usando a equação de Hargreave-Samani sem prejuízo produtivo para a cultura. Além disso, a aplicação de uma lâmina de 70% da demanda da cultura possibilita em crescimento equivalente às plantas irrigadas com lâmina de 100%.

PALAVRAS-CHAVE: *opuntia stricta*, água, semiárido.

GROWTH OF IRRIGATED FORAGE CACTUS WITH DEFICIT IRRIGATION AND MANAGEMENT THROUGH EVAPOTRANSPIRATION

¹ Prof. EMI, CENTEC, CEP 63640-000, Independência, CE. Fone (88) 996453849. e-mail: mardonesagronomia@gmail.com

² Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

³ Doutorando, Depto de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

⁴ Pesquisador. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

⁵ Mestra, Depto de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

⁶ Mestranda, Depto de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

ABSTRACT: The objective of the research was to evaluate the growth of forage cactus submitted to deficit irrigation and management based on the reference evapotranspiration (ETo $mm\ day^{-1}$) estimated by the Hargreave-Samani (HS) and Penman-Monteith (PM) equations. The research was carried out in the experimental area of the Escola Família Agrícola Dom Fragoso (EFA Dom. Fragoso), in the city of Independência, CE, Brazil. The experimental arrangement of the research was constituted in a 2 x 5 factorial scheme, being: two reference evapotranspiration estimation equations (Hargreave-Samani and Penman-Monteith) and five irrigation depths (0; 20; 40; 70 and 100% of irrigation total required - ITN) in randomized blocks with four replications. There was no isolated effect of the equations, nor of the interaction equations x irrigation depths on the analyzed variables. An effect was observed, in an isolated way, only of the irrigation depths in the height and width of the plants and in the leaf area of cladodes. Thus, irrigation can be managed using the Hargreave-Samani equation without loss of productivity for the crop. In addition, the application of a depth of 70% of the crop's demand enables growth equivalent to plants irrigated with a depth of 100%.

KEYWORDS: *opuntia stricta*, water, semiarid.

INTRODUÇÃO

A criação de animais no semiárido brasileiro representa para a agricultura familiar uma fonte potencial de renda permanente. Entretanto, um dos grandes desafios dessa atividade refere-se à sazonalidade das pastagens, devido à restrição das chuvas a uma estreita faixa do ano, e que vem se intensificando com o avanço das mudanças climáticas na região. De acordo com Leite (2009) e Queiroz et al. (2016) isso torna a segurança alimentar dos rebanhos insustentável quando não há estratégias de manejo, principalmente em relação ao uso de espécies resistentes ao déficit hídrico ou a irrigação deficitária.

Neste sentido, uma cultura que pode ser determinante para superar esse desafio é a palma forrageira, que se irrigada pode aumentar a oferta de alimentos e reduzir o tempo de colheita (DUBEUX JÚNIOR et al., 2010; RAMOS et al., 2011).

Dentre as diversas etapas envolvendo a irrigação, está o momento de irrigar. Que tem como forma mais prática de sua determinação a via climática com a estimativa da evapotranspiração de referência (ETo $mm\ dia^{-1}$) e depois da evapotranspiração da cultura (ETc $mm\ dia^{-1}$). Há diversas equações para a realização desta tarefa, cada uma com certo grau de complexidade. Citam-se duas bastantes comuns: a equação de Hargreave-Samani e a equação

de Penman-Monteith, esta recomenda pela FAO como equação padrão da evapotranspiração de referência. A equação de Hargreave-Samani é caracterizada por demandar apenas temperatura máxima e mínima de um dia para o cálculo da ETo e por subestimar o valor da evapotranspiração em ambiente semiárido, levando a menos eventos de irrigação e consequentemente reduzindo o uso de água, ao mesmo tempo em que se espera que tal redução não comprometa o rendimento da cultura. A equação de Penman-Monteith, por outro lado, necessita de um conjunto amplo de variáveis meteorológicas para o cálculo da ETo , demandando uma estação agrometeorológica capaz de medir todas estas variáveis. Equipamento este que tem custo avaliado em torno de R\$ 15.000,00 e torna difícil, no âmbito da agricultura familiar, o manejo da irrigação com base nesta equação.

Além disso, devido as características morfofisiológicas da palma, a cultura apresenta potencial de produção satisfatória em condições de irrigação deficitária. Neste sentido, o objetivo da pesquisa consistiu em avaliar o crescimento da palma forrageira submetida à irrigação com diferentes lâminas deficitárias e manejada com base na evapotranspiração de referência (ETo mm dia⁻¹) estimada pelas equações de Hargreave-Samani (HS) e Penman-Monteith (PM).

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na área experimental da Escola Família Agrícola Dom Fragoso (EFA Dom Fragoso), no município de Independência/CE, a 300 km de Fortaleza. A EFA D. Fragoso fica localizada na comunidade rural Santa Cruz, distante 15 km da sede do município. O clima da região, segundo Köppen, é o do tipo BSh, quente e seco com precipitação média anual de 760 mm concentrada entre os meses de janeiro e maio. A pesquisa teve início no fim de novembro de 2020 com o estabelecimento da cultura em campo.

No final de julho de 2021, foi realizado um corte de nivelamento da cultura, deixando apenas o cladódio mãe, para iniciar, na metade de agosto de 2021, a aplicação dos tratamentos.

A Orelha de Elefante Mexicana (OEM), da espécie *Opuntia stricta*, foi a cultivar utilizada. O arranjo experimental da utilizado na pesquisa foi constituído em esquema fatorial 2 x 5, sendo duas equações de estimativa da evapotranspiração de referência (Hargreave-Samani - HS e Penman-Monteith - PM, Eq. 1 e 2 respectivamente) e cinco lâminas de irrigação (0; 20; 40; 70 e 100% da irrigação total necessária - ITN) em blocos aleatorizados com quatro repetições, totalizando 40 parcelas experimentais.

$$ET_0(PM) = \frac{0,408*\Delta*(Rn-G) + \left(y*\frac{900}{T_{med}+273}\right)*v_2*(es-ea)}{\Delta + \gamma*(1+0,34*v_2)} \quad (2)$$

Em que: Tmax e Tmin, temperatura máxima e mínima respectivamente em °C; α é um parâmetro empírico, sendo usado seu valor original de 0,0023; β é um parâmetro empírico exponencial, com valor original de 0,5; Tmed é a temperatura média, soma da máxima e mínima dividida por dois; Ra é a radiação extraterrestre, expressa em MJ m⁻² dia⁻¹; Rn é a radiação líquida total do gramado em MJ m⁻² dia⁻¹; G é a densidade do fluxo de calor no solo em MJ m⁻² dia⁻¹; v2 é a velocidade do vento média diária a 2 m de altura em m s⁻¹; es é a pressão de saturação de vapor em kPa; ea é a pressão atual de vapor em kPa; Δ declividade da curva de pressão de vapor em kPa °C⁻¹ e γ é o coeficiente psicrométrico em MJ kg⁻¹. Os fatores do tempo (temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação) foram coletados por meio de estação agrometeorológica (Precision Weather Station Vantage Pro2) disposta no centro da unidade experimental.

Após 104 dias de aplicação dos tratamentos, realizou-se uma avaliação para coletar dados das seguintes variáveis: altura de planta (AP em cm), largura de planta (LP em cm), número de cladódios (NC em unidade/planta) e área foliar de cladódios (AFC em cm² planta⁻¹). Os dados coletados foram tabulados e submetidos à análise de normalidade dos resíduos e homogeneidade de variâncias pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene a 5% de probabilidade respectivamente, circunstância em que não se verificou evidências para rejeitá-las. Simultaneamente realizou-se análise de variância e teste de média de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As variáveis que demonstraram sofrer influência das lâminas de irrigação foram submetidas à análise de regressão. A análise estatística foi realizada usando o software online AgroEstat.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, encontra-se o resultado da análise de variância para altura de planta (AP em cm), largura de planta (LP em cm), número de cladódios (NC em unidade/planta) e área foliar de cladódios (AFC em cm² planta⁻¹).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para efeitos principais e interações dos tratamentos para as variáveis altura de planta (AP), largura de planta (LP), número de cladódios (NC) e área foliar de cladódios (AFC).

Fontes de variação	GL	<i>P</i> < <i>F</i>			
		AP	LP	NC	AFC
Euações	1	3,4012 ^{NS}	1,1130 ^{NS}	0,0004 ^{NS}	0,7804 ^{NS}
Lâminas	4	17,530**	16,534**	1,0993 ^{NS}	63,977**
Blocos	3	7,4371**	5,1389**	9,299**	28,453**
Euações x Lâminas	4	0,7388 ^{NS}	0,3794 ^{NS}	1,703 ^{NS}	1,1973 ^{NS}
Resíduo	27	-	-	-	-
Total	39	-	-	-	-
CV (%)		0,22	0,54	6,1	0,99

** significativo a 1%, * significativo a 5%, ns: não significativo.

Da análise de variância, é importante destacar o fato de não ter havido efeito isolado das equações, tampouco da interação equações x lâminas de irrigação sobre as variáveis analisadas. Destaca-se também o resultado de efeito para os blocos, sendo justificado em razão da variação da fertilidade do solo da área experimental, com porções com maior quantidade de matéria orgânica e outras com menor. Observou-se efeito, de forma isolada, apenas das lâminas de irrigação na altura e largura das plantas e na área foliar de cladódios. Implica dizer que o manejo da irrigação com base na evapotranspiração de referência pode ser feito, sem prejuízo produtivo para a cultura, com qualquer das duas equações testadas, e, portanto, podendo se trabalhar com aquela mais simples e econômica, a equação de Hargreave-Samani. Como foi observado efeito isolado das lâminas de irrigação, é preciso entender em que medida estas influenciaram os valores das variáveis (Tabela 2).

Tabela 2. Teste de Tukey (5%) para as variáveis altura de planta (AP), largura de planta (LP), número de cladódios (NC) e área foliar de cladódios (AFC).

LÂMINAS (% da ITN)	Médias			
	AP	LP	NC	AFC
100	49,563 a	49,188 a	6,50 a	2146,5 a
70	46,000 ab	49,219 a	5,75 a	1844,4 ab
40	44,250 b	45,188 a	5,75 a	1454,7 b
20	43,813 b	44,594 a	5,62 a	1432,0 b
0	37,594 c	37,438 b	5,31 a	775,19 c

Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pelo teste de Tukey, observa-se que não há influência das lâminas de irrigação no número de cladódios por planta, tendo esta variável apresentado valor médio de 5,8. Por outro lado, a área foliar de cladódio, a altura e largura das plantas tiveram seus valores influenciados em razão das lâminas de irrigação. Para a AFC observa-se que não há diferença estatística entre as lâminas de 100 e 70% da ITN, embora na lâmina de 100% o valor seja numericamente superior. A AFC na lâmina de 100% diferiu dos valores observados nas lâminas de 40, 20 e 0%, tendo

aquela apresentada, em termos percentuais, valores superiores a estas em 32,2; 33,3 e 64% respectivamente.

Para LP não houve diferença estatística entre as lâminas de irrigação, exceto entre a lâmina zero e as demais.

Já a AP apresentou comportamento semelhante ao observado na AFC. Ou seja, não houve diferença significativa entre as lâminas de 100 e 70% (média de 47,8 cm), assim como também não houve diferença entre as lâminas de 70, 40 e 20%, apresentando valor médio de 44,7 cm – 16% superior ao valor observado nas plantas não irrigadas. A variável em análise, na lâmina 100%, superou em 25, 12 e 11% os valores observados nas lâminas 0, 20 e 40% respectivamente.

Queiroz et al. (2015) pesquisando as características morfofisiológicas e produtividade da palma forrageira (Orelha de Elefante Mexicana) sob diferentes lâminas de irrigação em condições de semiaridez também não verificaram diferenças significativas no número de cladódios por planta, tendo verificado média de 14,13 unidades por planta aos 380 dias após aplicação dos tratamentos, média superior a observada nesta pesquisa, entretanto em tempo de aplicação dos tratamentos quase três vezes maior. Neto et al. (2020) analisando crescimento e produtividade de palma forrageira (Orelha de Elefante Mexicana) sob frequências de irrigação e adubação nitrogenada não verificaram efeito da frequência de irrigação na altura e largura das plantas. Efeitos estes verificados somente em função da presença e ausência de fertilização nitrogenada, levando a crer que é o volume de irrigação que de fato pode provocar diferenças significativas em tais variáveis. Os autores encontraram, 240 dias após o início da aplicação dos tratamentos, valores médios para altura de planta de 63,5 cm e largura de planta de 86,6 cm, diferindo das plantas não adubadas, que produziram médias de 44,8 cm 56,3 cm respectivamente – em um tempo de observação pouco mais de duas vezes àquele experimentado nesta pesquisa.

Campos (2018) estudando o crescimento e produtividade de cultivares de palma forrageira sob estratégias de manejos da irrigação com base na tensão da água no solo não verificou, na cultivar Orelha de Elefante, diferença estatística para área foliar de cladódio em função das lâminas de irrigação, tendo esta diferido apenas do tratamento de sequeiro e apresentado uma média de 689,18 cm² por planta ao passo que a média no sequeiro foi de 447,15 cm² por planta depois de 365 dias de aplicação dos tratamentos. O que pode explicar a ausência de diferença estatística na variável em questão em razão das lâminas, que variaram de 50 a 350 mm, é o fato do período da pesquisa de Campos (2018) ter incluído uma estação chuvosa, favorecendo uma equivalência entre as plantas irrigadas. Ainda assim, os valores

daquela pesquisa são inferiores aos observados no presente trabalho, que teve lâminas de irrigação variando de 63 a 353 mm, mas sem influência de um período chuvoso.

CONCLUSÕES

O manejo da irrigação da palma forrageira (OEM) pode ser feito usando a equação de Hargreave-Samani sem prejuízo produtivo para a cultura. Aplicando uma lâmina de 70% da demanda da cultura, está ainda apresenta potencial de crescimento equivalente às plantas irrigadas com lâmina de 100%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, A. R. F. **Manejo de irrigação na palma forrageira: definição de critérios com base no potencial matricial da água no solo**. 2018. 102 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2018.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; ARAÚJO FILHO, J. T.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; PESSOA, R. A. S. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira - Clone IPA-201. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 129-135, 2010.

LEITE, M. L. M. V. **Avaliação de clones de Palma forrageira submetidos a adubações e sistematização de informações em propriedades do Semiárido paraibano**. 2009. 186 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2009.

NETO, J. D.; MATOS, R. M.; SILVA, P. F.; LIMA, A. S.; AZEVEDO, C. A. V.; SABOYA, L. M. F. Growth and yield of cactus pear under irrigation frequencies and nitrogen fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental Campina Grande, PB**, v. 24, n. 10, p. 664-671, 2020.

QUEIROZ, M. G.; SILVA, T. 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, Campina Grande, PB**, v. 19, n. 10, p. 931–938, 2015.

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**, Edição Especial, Irrigação, p. 141-154, 2016.

RAMOS, J. P. A. F.; LEITE, M. L. M. V.; OLIVEIRA JÚNIOR, S.; NASCIMENTO, J. P.; SANTO, E. M. Crescimento vegetativo de *Opuntia ficus-indica* em diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Caatinga**, v. 24, p. 41-48, 2011.