



Eficiência do uso da água na produção do pinhão-mansão no semiárido nordestino

Efficiency of water use in the production of jatropha in semiarid northeast

Clayton Moura de Carvalho¹, Albanise Barbosa Marinho², Thales Vinícius de Araújo Viana³, Manoel Valnir Júnior⁴, Raimundo Rodrigues Gomes Filho¹, Leonaria Luna Silva de Carvalho³

¹Universidade Federal de Sergipe (UFS), Campus de São Cristóvão, Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Av. Marechal Rondon, s/n - Jardim Rosa Elze - CEP 49100-000 - São Cristóvão, SE. E-mail: carvalho_cmc@yahoo.com.br.

²Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Campus de Redenção, Departamento de Agronomia, Redenção, CE.

³Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus de Fortaleza, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, CE.

⁴Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Campus de Sobral, Departamento de Irrigação e Drenagem, Sobral, CE.

Recebido em: 08/04/2014

Aceito em: 05/02/2015

Resumo. O governo do estado do Ceará tem buscado, sem muito sucesso, revitalizar a cultura do algodão, entretanto, os seus elevados custos fitossanitários têm impedido a permanência da área cultivada. Um das alternativas viáveis para a ocupação de espaços provenientes da ausência do algodão é o cultivo do pinhão manso visando à produção do biodiesel. Face ao exposto, este trabalho objetivou avaliar os efeitos de diferentes níveis de lâminas de água e adubação nitrogenada no uso eficiente da água na produção de frutos, sementes e albúmen do pinhão manso. O trabalho foi desenvolvido na área experimental da Fazenda Bandeira pertencente à Agroempresa Brasil Ecodiesel, situada em Crateús – CE, localizada em 05°23'25''S, 40°57'38''W e 717 m de altitude. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso no esquema de parcelas subdivididas. Os tratamentos foram compostos a partir da combinação de cinco lâminas de água (50%, 75%, 100%, 125% e 150% da evaporação do Tanque Classe "A"), e quatro níveis de adubação nitrogenada ($N_1 = 0 \text{ kg ha}^{-1}$ de N; $N_2 = 25 \text{ kg ha}^{-1}$ de N; $N_3 = 50 \text{ kg ha}^{-1}$ de N; $N_4 = 75 \text{ kg ha}^{-1}$ de N), com três repetições. As variáveis analisadas foram a eficiência do uso da água na produção de frutos, sementes e albúmen. Os maiores valores da eficiência do uso da água na produção de frutos, sementes e albúmen foram encontrados com a menor lâmina aplicada. Como o semiárido cearense apresenta naturalmente condições de escassez hídrica torna-se viável o cultivo do pinhão manso com a lâmina de 735 mm, representando uma economia de água de 124% em relação à maior lâmina aplicada. No que se refere às doses de adubação, as dosagens utilizadas neste experimento não influenciaram nos resultados das variáveis estudadas.

Palavras-chave: adubação nitrogenada, biodiesel, *Jatropha curcas* L., lâminas de água

Abstract. The state government of Ceará has sought to revitalize the cotton crop without much success, however, their high phytosanitary costs have prevented the permanence of the cultivated area. The cultivation of *Jatropha* aiming at the production of biodiesel is one of the viable alternatives for the occupation of spaces from the absence of cotton. This work aimed to evaluate the effects of irrigation depth and nitrogen fertilization in Use Efficient Water in fruit production, seeds and albumen of *Jatropha*. The study was conducted in the experimental area of the Farm Bandeira belonging to Agroempresa Ecodiesel's Brazil, located in Crateús - CE, located in 05°23'25"S, 40°57'38"W and 717 m altitude. The experimental design was randomized blocks with split plots. The treatments were composed from the combination of five irrigation depth (50%, 75%, 100%, 125% and 150% of evaporation pan "A" Class), and four levels of nitrogen fertilization ($N_1 = 0 \text{ kg ha}^{-1}$ of N, $N_2 = 25 \text{ kg N ha}^{-1}$ of N, $N_3 = 50 \text{ kg N ha}^{-1}$ of N; $N_4 = 75 \text{ kg N ha}^{-1}$ of N), with three replications. The efficiency of water use in fruit production, seeds and albumen of *Jatropha* was Evaluated. The highest values of efficiency of water use in the production of fruits, seeds and albumen of *Jatropha* were found with the lower irrigation depth. As the Ceará semiarid has conditions of water scarcity naturally, the cultivation of *jatropha* with blade of 735 mm is viable, representing a water



saving of 124% compared to higher irrigation depth. The nitrogen fertilizer dosages used in this experiment did not influence the results of the variables studied.

Keywords: nitrogen fertilizer, biodiesel, *Jatropha curcas* L., irrigation depth

Introdução

A literatura disponível sobre a cultura do pinhão-mansão ainda é bastante escassa, pois passou a ser objeto de maior interesse nos últimos anos, com a crise do petróleo e a preocupação com os impactos ambientais causados pelo uso de combustíveis fósseis e, ainda, pela possibilidade de serem usados os óleos vegetais como combustíveis (Nery et al., 2009; Oliveira et al., 2010).

Em regiões semiáridas, como o município de Crateús – CE, a baixa pluviosidade e solos pobres no aspecto nutricional apresentam-se como os principais responsáveis pela baixa produtividade de diversas culturas utilizadas para obtenção do óleo vegetal destinado a produção de biodiesel (Carvalho et al., 2013).

Segundo Roza (2010), um dos recursos tidos como críticos para viabilizar os programas sustentáveis é a água, o que torna necessário estudos a respeito da relação entre água e produção de biomassa para fins energéticos, como por exemplo, a produção de biodiesel a partir do pinhão-mansão.

A irrigação e as adubações, quando corretamente aplicadas, são práticas altamente recomendadas, por influenciar direta e positivamente a produtividade. Porém, a falta de informações sobre os níveis adequados de irrigação e de fertilizantes a serem aplicados em cada condição de plantio, não tem permitido, na maioria dos casos, inferências a respeito desses insumos, o que tem prejudicado o desenvolvimento de muitas culturas. Essa carência é visivelmente notada com a cultura do pinhão-mansão, e a quase inexistência de publicações pertinentes, tem dificultado, inclusive, políticas que promovam sua expansão em programas de governo (Carvalho, 2012).

Segundo Roza (2010) a água é o principal fator de crescimento, responsável por oscilações na produtividade e produção de regiões agrícolas. A água é, ao mesmo tempo, o fator mais importante e mais limitante à produtividade das culturas. Devido a sua importância no sistema agrícola, muita atenção tem sido dada aos problemas envolvendo os limites de disponibilidade de água para as plantas. Considerando a atual preocupação mundial com a escassez dos recursos hídricos e o seu alto custo em determinadas situações, a busca pelo aumento da eficiência no uso da água pelas culturas tem sido

motivo de preocupação e gerado inúmeros projetos de pesquisa e extensão, uma vez que este componente cada vez mais ocupa importante parcela nos custos de produção. O conhecimento da eficiência de uso da água pelas culturas é fundamental em regiões áridas e semiáridas, onde a disponibilidade de recursos hídricos é escassa.

A ausência de resultados de pesquisa a respeito dos efeitos de diferentes conteúdos de umidade existente no solo sobre o desenvolvimento e rendimento da cultura e o agravamento da crise de abastecimento de água, principalmente nas áreas semiáridas, torna imprescindível estabelecer fronteiras entre os limites mínimos de produtividade e a disponibilidade de água para culturas economicamente reconhecidas como adaptadas/viáveis à região (Barros Júnior et al., 2010).

Sendo a água um fator limitante para a expansão da agricultura, principalmente, em regiões áridas e semiáridas, caso da maior parte do estado do Ceará, torna-se necessário a aplicação de água de forma artificial com o uso da irrigação. Segundo Evangelista et al. (2009) a irrigação aliada a uma adubação correta, é uma técnica que além de incrementar a produtividade, pode propiciar a obtenção de um produto diferenciado, de melhor qualidade e com perspectivas de bons preços no mercado.

As pesquisas com o pinhão manso têm se limitado até hoje a disponibilizar informações básicas de plantio, tais como: espaçamento, adubação convencional, combate a pragas e doenças (Arruda et al., 2004), entre outros, necessitando-se de estudos quanto à aplicação de adubos minerais e ao uso de água pela cultura.

Sob a perspectiva exposta, está embasado o objetivo principal desta pesquisa, no qual considera imprescindíveis estudos de campo sobre a eficiência do uso de água na produção da cultura pinhão-mansão, proporcionando informações importantes para a viabilização econômica da exploração desta no semiárido nordestino.

Matériel e Métodos

O trabalho de campo foi desenvolvido na área experimental da Fazenda Bandeira pertencente à Agroempresa Brasil Ecodiesel, situada no município



de Crateús no Estado do Ceará, com as coordenadas geográficas 05° 23' 25" S, 40° 57' 38" O e 717 m de altitude. O clima da região é o BSw`h`, tropical quente semiárido, com máximo de chuvas no outono (fevereiro a maio), com precipitação pluviométrica média de 786,7 mm ano⁻¹, médias anuais da temperatura de 27,1 °C e da umidade relativa do ar de 74% (médias históricas de 1971 a 2000).

A área total do experimento cultivada com o pinhão-manso foi de 3.750 m² (75 x 50 m). O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso no esquema de parcelas subdivididas. Os tratamentos foram compostos a partir da combinação de cinco lâminas de irrigação (parcelas) e quatro níveis de adubação nitrogenada (subparcelas), totalizando 20 tratamentos com três repetições.

As parcelas experimentais mediram 250 m² (25 x 10 m), compostas de 4 subparcelas de 60 m² (6 x 10 m), com duas fileiras de plantas espaçadas de 3 x 2 m, totalizando 10 plantas por fileira. Cada bloco possuía área de 1.250 m² (25 x 50 m). Na subparcela apenas uma fileira de plantas foi contabilizada como plantas úteis para obtenção de dados, sendo a outra fileira utilizada como bordadura comum entre subparcelas. Na fileira de plantas úteis também foram consideradas as plantas das extremidades como bordadura, ou seja, a primeira e a última planta de cada fileira, sendo assim, das dez plantas somente as três plantas centrais de uma fileira foram contabilizadas como plantas úteis.

Foram aplicadas cinco lâminas de irrigação, definidas a partir da evaporação medida diariamente no tanque classe "A", cujos tratamentos foram: L₁ = 50% do total evaporado; L₂ = 75% do total evaporado; L₃ = 100% do total evaporado; L₄ = 125% do total evaporado e L₅ = 150% do total evaporado que juntamente com a precipitação efetiva resultaram nas lâminas aplicadas de 735,53; 963,30; 1.191,03; 1.418,82 e 1.646,60 mm, respectivamente.

A adubação foi diferenciada quanto à aplicação de nitrogênio e conforme recomendação do laboratório de Solos e Água do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará (50 kg ha⁻¹ de N) após a análise de solo. Os tratamentos utilizados foram de 0, 50, 100 e 150% do total recomendado pelo laboratório de Solos e Água do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará após a análise de solo, ou seja: N₁ = 0 kg ha⁻¹ de N; N₂ = 25 kg ha⁻¹ de N; N₃ = 50 kg ha⁻¹ de N e N₄ = 75 kg ha⁻¹ de N. Foram utilizados 50 kg ha⁻¹ de P e 50 kg ha⁻¹ de K para todos os tratamentos. Utilizaram-se os adubos:

ureia (na proporção de 40% do total de N aplicado), sulfato de amônia (na proporção de 60% do total de N aplicado), cloreto de potássio e superfosfato simples como fonte de nitrogênio (N), enxofre (S), fósforo (P) e potássio (K).

Na Tabela 1 encontram-se os parâmetros físico-hídricos e a caracterização química do solo determinados para a profundidade de 0 - 0,2 m da superfície do solo à partir de amostras compostas coletadas aleatoriamente na área em que o experimento foi implantado. Os resultados da análise química serviram de base às adubações de fundação e de cobertura ao longo do ciclo da cultura.

Aos 194 dias após o transplântio foi realizada uma poda de uniformização em todas as plantas deixando-as com altura de 0,3 m, para posteriormente serem iniciados os tratamentos com as lâminas de irrigação e os níveis de adubação nitrogenada.

Adotou-se o sistema de irrigação localizado por gotejamento da PLASTO®, trabalhando com pressão média de 20 kPa e vazão nominal de 8 L h⁻¹, espaçados de 2 m, sendo um emissor para cada planta, a uma distância de 0,10 m do caule.

As lâminas de irrigação aplicadas nos tratamentos foram independentes e controladas por registros de linha, conforme o tempo de irrigação diário quantificado a partir da evaporação medida no tanque Classe "A", conforme Eq. 1.

$$T_i = \frac{(f * ECA * E_l * E_p * F_c)}{(E_i * Q_g)} \quad (1)$$

Em que: T_i é o tempo de irrigação, em h; f é o fator de ajuste em conformidade com os tratamentos utilizados; ECA é a evaporação medida no tanque classe "A", em mm d⁻¹; E_l é o espaçamento entre linhas de plantas, em m; E_p é o espaçamento entre plantas, em m; F_c é o fator de cobertura do solo, adimensional; E_i é a eficiência de irrigação, adimensional (valor adotado de 90%, obtido através de avaliações em campo do sistema utilizado); Q_g é a vazão dos gotejadores por planta, em L h⁻¹.

Como a quantidade de água aplicada foi determinada mediante as leituras diretas da evaporação diária através de um tanque evaporímetro Classe "A", é oportuno ressaltar que a utilização deste método, embora menos preciso do que os métodos diretos de estimativa da evapotranspiração como no caso do lisímetro, justifica-se pela simplicidade de seu uso pelo pequeno produtor.



Tabela 1. Caracterização físico-hídrica e química do solo da área experimental, Crateús – CE, 2011.

Parâmetro	Unidade	Profundidade (m)
		0,20
Físico-hídrica		
Areia Grossa	g kg ⁻¹	615
Areia Fina	g kg ⁻¹	307
Silte	g kg ⁻¹	49
Argila	g kg ⁻¹	29
Argila Natural	g kg ⁻¹	17
Densidade do Solo	g cm ⁻³	1,54
Densidade das Partículas	g cm ⁻³	2,66
Porosidade Total	%	41
Capacidade de Campo*	g 100 g ⁻¹	13,24
Ponto de Murcha Permanente*	g 100 g ⁻¹	5,27
Água Disponível	g 100 g ⁻¹	7,97
Classe Textural		Areia
Química		
Matéria Orgânica	g kg ⁻¹	5,17
Cálcio	cmol _c dm ⁻³	1,40
Magnésio	cmol _c dm ⁻³	1,40
Cálcio + Magnésio	cmol _c dm ⁻³	2,80
Alumínio	cmol _c dm ⁻³	1,00
Potássio	mg dm ⁻³	31,00
Fósforo	mg dm ⁻³	5,00
Sódio	mg dm ⁻³	3,00
pH		4,50

* As unidades na capacidade de campo e ponto de murcha permanente foram determinadas pelo método do anel volumétrico nos potenciais de -0,010 MPa e -1,5 MPa, respectivamente

A forma de determinação da eficiência do uso da água utilizou-se o método chamado agrônomico, conforme equações 2, 3 e 4. Esta metodologia é o mais usual em área produtoras, até mesmo pela sua simplicidade de obter valores, porém, avalia a eficiência do uso da água (EUA) de forma subjetiva, pois não se considera o desenvolvimento do sistema radicular, as características do solo, a eficiência da irrigação, entre outros fatores que podem causar perdas no total de água aplicada. Ainda assim, pela maior aplicação em experimentos de campo e pela facilidade de obtenção de dados, optou-se utilizar por esta metodologia.

$$EUA_F = \frac{PRODFH}{Li} \cdot 10 \quad (2)$$

Em que: EUA_F é a eficiência do uso da água na produtividade de frutos, em kg m⁻³; PRODFH é a produtividade de frutos, em kg ha⁻¹; Li é a lâmina total de água aplicada durante o ciclo da cultura, em mm.

$$EUA_S = \frac{PRODSH}{Li} \cdot 10 \quad (3)$$

Em que: EUA_S é a eficiência do uso da água na produtividade de sementes, em kg m⁻³; PRODSH é a produtividade de sementes, em kg ha⁻¹; Li é a lâmina total de água aplicada durante o ciclo da cultura, em mm.

$$EUA_A = \frac{PRODAH}{Li} \cdot 10 \quad (4)$$

Em que: EUA_A é a eficiência do uso da água na produção total de albúmen, em kg m⁻³; PRODAH é a produtividade de albúmen, em kg ha⁻¹; Li é a lâmina total de água aplicada durante o ciclo da cultura, em mm.

Os dados para cada variável foram submetidos à análise de variância e quando significativos pelo teste F, os efeitos das lâminas de irrigação e dos níveis de adubação nitrogenada foram submetidos à análise de regressão buscando-se ajustar equações com significados biológicos. Na análise de regressão, as equações que melhor se ajustaram aos



dados foram escolhidas com base na significância dos coeficientes de regressão a 1% (**) e 5% (*) de probabilidade pelo teste F e no maior coeficiente de determinação (R^2). Os estudos da análise de variância e análise de regressão foram realizados com o auxílio de planilhas eletrônicas do Excel e utilizando o software “ASSISTAT 7.5 BETA” (Silva & Azevedo, 2009).

Resultados e Discussão

Verifica-se com base na análise de variância (Tabela 2) que houve efeito significativo, em nível

de 1% de probabilidade pelo teste F, das lâminas de irrigação sobre a eficiência de uso da água na produtividade total de frutos (EUAF), de sementes (EUAS) e de albúmen (EUAA).

A adubação nitrogenada não exerceu efeito significativo em nenhuma das variáveis de eficiências do uso da água analisadas neste experimento, assim como, não houve efeito interativo dos fatores analisados sobre estas variáveis.

Tabela 2. Resumo da ANOVA para a eficiência do uso da água na produção total de frutos (EUAF), de sementes (EUAS) e de albúmen (EUAA) de pinhão manso no município de Crateús – CE, 2011.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio		
		EUAF (kg m ³)	EUAS (kg m ³)	EUAA (kg m ³)
Lâmina de irrigação (L)	4	4,29898**	1,77841**	0,59708**
Níveis de nitrogênio (N)	3	0,30761 ^{ns}	0,13543 ^{ns}	0,05645 ^{ns}
Interação L x N	12	0,20067 ^{ns}	0,08233 ^{ns}	0,03437 ^{ns}
Bloco	2	0,11033 ^{ns}	0,04733 ^{ns}	0,02341 ^{ns}
Resíduo (L)	8	0,32955	0,14594	0,05738
Resíduo (N)	30	0,16268	0,07039	0,02730
CV (L)	(%)	22,21	22,84	23,28
CV (N)	(%)	15,61	15,86	16,06

(**) Efeito significativo a 1% e (*) a 5% de probabilidade; (^{ns}) não significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Observa-se na Tabela 2 que os níveis de adubação nitrogenada utilizados neste experimento não afetaram significativamente nenhuma das variáveis estudadas. Este resultado está em desacordo com Chaves et al. (2011) que concluíram que com o aumento das doses de nitrogênio há maior eficiência do uso da água no crescimento do pinhão manso. Este resultado deve-se à quantidade de adubação nitrogenada utilizada neste experimento, recomendando-se dosagem maior para apresentar efeito sobre a produção desta cultura.

Com a menor lâmina aplicada (735 mm) obtiveram-se os maiores valores de EUAF (3,52 kg m⁻³), EUAS (2,28 kg m⁻³) e EUAA (1,01 kg m⁻³). Nota-se ainda que com o aumento do suprimento hídrico, ocorreu tendência de decréscimo nos valores de EUAF, EUAS e EUAA, excetuando-se nas maiores lâminas onde as plantas de pinhão manso obtiveram produtividade bem superior em comparação às demais lâminas (Figuras 1, 2 e 3).

Resultados semelhantes sobre a eficiência do uso da água na produção de frutos de pinhão manso foram obtidos por Roza (2010), trabalhando alterações morfofisiológicas e eficiência de uso da

água com plantas de pinhão manso submetidas à deficiência hídrica. O autor sugere ainda que a técnica da irrigação deficitária pode resultar em maior eficiência de uso da água.

O comportamento da eficiência do uso da água na produção de frutos, sementes e albúmen do pinhão manso observado neste trabalho tem resultados semelhantes aos observados por Carvalho et al. (2013), os quais afirmam que o acréscimo de lâminas de irrigação pode acarretar aumento significativo tanto no crescimento da planta de pinhão-manso como na produção. Porém, tais acréscimos nem sempre justificam o volume gasto de água em regiões semiáridas, como no caso deste experimento.

De acordo com a Figura 1, a EUAF decresceu de 3,52 kg m⁻³ na menor lâmina total aplicada de 735 mm para 1,94 kg m⁻³ na lâmina total aplicada de 1.419 mm, representando um decréscimo de 44,89% do maior para o menor valor de EUAF. Após o valor mínimo encontrado com a lâmina de 1.419 mm observou-se uma recuperação e um acréscimo de 30,41%, partindo de 1,94 kg m⁻³ para 2,53 kg m⁻³ com a maior lâmina total aplicada de 1.646 mm.

Mesmo com a recuperação nos valores de EUAF com a maior lâmina total aplicada (1.646 mm) os valores obtidos com a mesma ainda encontraram-se 20,42% menores que os valores encontrados com a melhor lâmina total aplicada (735 mm).

A mesma tendência foi observada na EUAS e EUAA (Figuras 2 e 3), onde ocorreu decréscimo de 44,74 e 42,34%, respectivamente, da menor lâmina total aplicada de 735 mm para a lâmina total

aplicada de 1.419 mm. A recuperação nos valores de EUAS e EUAA nas lâminas de 1.419mm para 1.646 mm foram de 30,16 e 27,85%, respectivamente. Mesmo com a recuperação nos valores de EUAS e EUAA com a maior lâmina total aplicada as mesmas encontram-se inferiores 28,07 e 26,28%, respectivamente, referente à menor lâmina total aplicada.

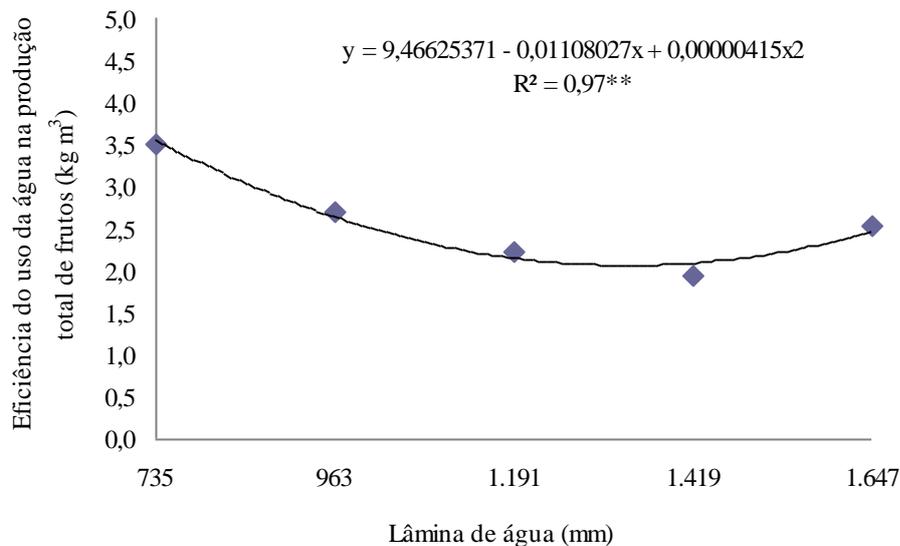


Figura 1. Eficiência do uso da água na produção total de frutos do pinhão manso em função da lâmina de água, Crateús – CE, 2011.

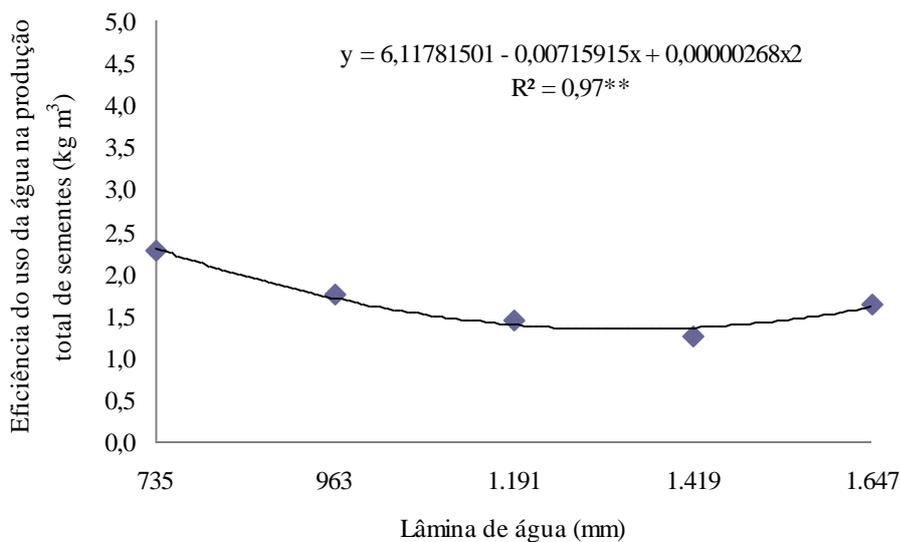


Figura 2. Eficiência do uso da água na produção total de sementes do pinhão manso em função da lâmina de água, Crateús – CE, 2011.

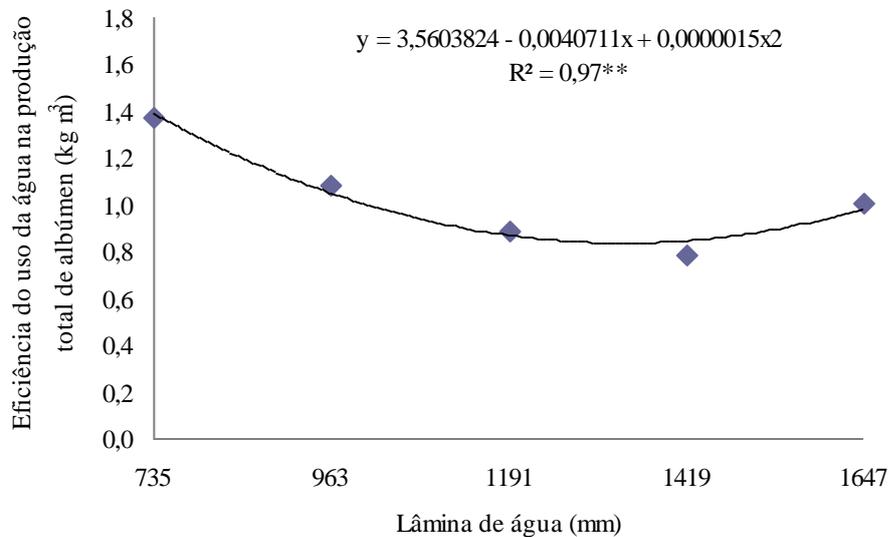


Figura 3. Eficiência do uso da água na produção total de albúmen do pinhão manso em função da lâmina de água, Crateús – CE, 2011.

Sousa et al. (2008) estudando a eficiência do uso da água pela mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação, constataram que a eficiência do uso da água decresceu com o incremento na lâmina aplicada, sendo o maior valor de EUA, correspondente a 0,72 kg m⁻³, alcançado com o regime de 60% da ETC.

Pesquisadores como Sousa et al. (2008) trabalhando com mamona e Valnir Júnior (2007), Sousa et al. (2000) e Sousa et al. (1998) trabalhando com melão, também encontraram maiores valores de EUA a partir de menores lâminas, ou seja, com o aumento do suprimento hídrico a EUA foi decrescendo. Estes resultados mostram a importância da definição da lâmina de irrigação adequada para maximizar a produção por unidade de água aplicada, sobretudo para minimizar os custos de produção do pinhão manso.

Conclusão

Os maiores valores da eficiência do uso da água na produção de frutos, sementes e albúmen foram encontrados com a menor lâmina aplicada. Como o semiárido cearense apresenta naturalmente condições de escassez hídrica torna-se viável o cultivo do pinhão manso com a lâmina de 735 mm, representando uma economia de água de 124% em relação à maior lâmina aplicada. As doses de adubação nitrogenada não influenciaram na eficiência do uso da água na produção de frutos, sementes e albúmen de pinhão manso.

Agradecimentos

À Agroempresa Brasil Ecodiesel, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e à Fundação Cearense de Apoio Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FUNCAP.

Referências

ARRUDA, F.P.; BELTRÃO, N.E.M.; ANDRADE, A.P.; PEREIRA, W.E.; SEVERINO, L. S. Cultivo de Pinhão Manso (*Jatropha curca* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista brasileira de oleaginosas e fibrosas**. Campina Grande, v.8, n.1, p.789-799, jan-abr. 2004.

BARROS JÚNIOR, G.; CAVALCANTI, M.L. F.; LACERDA, R.D.; BARROS, A.D.; GUERRA, H.O.C. Influência do estresse hídrico na taxa de crescimento absoluto da mamoneira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4 & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 430-435.

CARVALHO, C.M. **Pinhão manso: crescimento e produtividade sob diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio**. 2012. 104p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). UFC. Fortaleza, 2012.

CARVALHO, C.M.; VIANA, T.V.A.; MARINHO, A.B.; LIMA JÚNIOR, L.A.; VALNIR JÚNIOR, M. Pinhão-manso: crescimento sob condições



diferenciadas de irrigação e de adubação no semiárido nordestino. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, Campina Grande, v.17, n.5, p.487-496, 2013.

EVANGELISTA, A.W.P.; MELO, P.C.; OLIVEIRA, E.L.; FARIAS, M.A.; ALVES JÚNIOR, J.; FRAGA, A.C.; CASTRO NETO, P.C. Produtividade de sementes de pinhão manso em resposta à aplicação de diferentes níveis de irrigação e doses de adubação potássica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 6., 2009, Montes Claros. **Anais...** Montes Claros: Universidade Federal de Lavras, 2009. 4121 p.

NERY, A. R.; RODRIGUES, L. N.; SILVA, M. B. R.; FERNANDES, P. D.; CHAVES, L. H. G.; DANTAS NETO, J.; GHEYI, H. G. Crescimento do pinhão-manso irrigado com águas salinas em ambiente protegido. **Revista de Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n.5, p. 551-558, 2009.

OLIVEIRA, I.R.S.; OLIVEIRA, F.N.; MEDEIROS, M.A.; TORRES, S.B.; TEIXEIRA, F.J.V. Crescimento inicial do pinhão-manso (*Jatropha curcas*) em função da salinidade da água de irrigação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.23, n.4, p.40-45, 2010.

ROZA, F.A. **Alterações morfofisiológicas e eficiência de uso da água em plantas de *Jatropha curcas* L. submetidas à deficiência hídrica**. 2010. 67p. Dissertação (Mestrado em produção vegetal). UESC. Ilhéus, 2010.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal components analysis in the software assistat-statistical attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, **Proceedings...** Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SOUSA, P.S.; PORTO FILHO, F.Q.; MEDEIROS, J.; MESQUITA, T.O.; OLIVEIRA, C.S.; ALMEIDA NETO, A.J., DIAS, A.F.S. Eficiência do uso da água pela mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. **Anais...** Salvador: EMBRAPA, 2008.

SOUSA, V.F., COELHO, F., ANDRADE JÚNIOR, A.S., FOLEGATTI, M.V., FRIZONE, J.A. Eficiência do uso da água pelo meloeiro sob diferentes frequências de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.2, p.183-188, 2000.

SOUSA, V. F.; COELHO, E. F.; FRIZZONE, J. A.; FOLEGATTI, M. V.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; OLIVEIRA, F.C. Frequência de irrigação por gotejamento na eficiência do uso da água no meloeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: SBEA, 1998. p.214-216.

VALNIR JÚNIOR, M. **Melão tipo exportação sob diferentes lâminas de água e frequência de irrigação**. 2007. 136p. Tese (Doutorado em engenharia agrícola). UFCG. Campina Grande, 2007.