



INFLUÊNCIA DE NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO, ESTIMADOS A PARTIR DA EVAPORAÇÃO MEDIDA NO EVAPORÍMETRO DE PICHE, NA CULTURA DA MAMONEIRA

Alan Diniz Lima¹, Jefferson Gonçalves Américo de Nobre¹, Thales Vinícius de Araújo Viana¹, Levi Gonçalves Moreira¹, Benito Moreira de Azevedo¹, André Henrique Pinheiro Albuquerque¹

¹ Universidade Federal do Ceará

RESUMO

Com o objetivo de avaliar a produtividade da mamoneira, variedade IAC Guarani, sob diferentes níveis de irrigação, um experimento foi implantado em área experimental da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza. Durante o ciclo da cultura, as plantas foram irrigadas por gotejamento, diariamente, onde as lâminas de irrigação foram quantificadas a partir da evaporação medida no evaporímetro de Piche (EPI). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com cinco tratamentos (35-70-105-140 e 175% da EPI) e quatro repetições. Foram avaliadas as seguintes variáveis: tamanho do racemo de 1ª ordem, número de frutos por racemos (1ª, 2ª e 3ª ordens), peso de 100 sementes por racemos, produtividade dos racemos e produtividade total. A produtividade total da mamoneira aumentou com a elevação do nível de irrigação aplicado até o nível de 107% da evaporação medida no evaporímetro de Piche, promovendo uma produtividade máxima de 4.010 kg ha⁻¹.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L., agricultura irrigada, biodiesel.

ABSTRACT

With the objective of evaluating the yield of the castor bean variety IAC Guarani, under different irrigation levels, the experiment was implanted in an experimental area of the Federal University of Ceará, in Fortaleza. During the crop cycle the plants were irrigated daily using a drip irrigation system. Irrigation depths were quantified based on the evaporation measured in the Piche evaporimeter (EPI). It was used a randomized block design, with five treatments: 35-70-105-140 e 175% of EPI, and four replications. The following variables were evaluated: number of fruits, weight of 100 seeds, productivity of the racemes (1ª, 2ª and 3ª orders) and total yield. Castor bean yield increased as the irrigation depth raises up to 107% of the evaporation at the Piche evaporimeter, reaching a maximum yield of 4.010 kg ha⁻¹.

Key words: *Ricinus communis* L., irrigated agriculture, biodiesel.

INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é originária do oeste da África, provavelmente, na Etiópia. Das suas sementes, extrai-se um óleo de excelentes propriedades, de largo uso como insumo industrial (BELTRÃO et al., 2003). O semi-árido do Nordeste tem mais de 15 milhões de hectares aptos para o cultivo desta euforbiácea com a possibilidade

de se obter maior produtividade com a adoção da irrigação (BELTRÃO, 2003).

A produtividade média nacional vem aumentando, em 2001 era de 582 kg ha⁻¹, elevando-se para 803 kg ha⁻¹ em 2004 (FAO, 2006). Com o uso de variedades melhoradas e o emprego de um sistema de produção adequado às várias características edafoclimáticas das regiões produtoras, inclusive com o uso de irrigação, essa produtividade pode superar o rendimento da Índia,

maior produtor mundial, que foi de 1.237 kg ha⁻¹ em 2004 (FAO, 2006).

Alguns dos principais limitantes da produção agrícola na região Nordeste, especificamente no semi-árido, são a escassez e a irregularidade pluviométrica (LIMA et al., 1999). Assim, a utilização de práticas de irrigação é indispensável à sustentabilidade do setor primário. A realização de um suprimento adequado de água por meio da irrigação possibilita à planta manter um contínuo fluxo de água e nutrientes do solo para as folhas, favorecendo os processos de crescimento, floração e frutificação da planta, o que acarreta em aumento da produtividade e na melhoria da qualidade do fruto (SANCHES e DANTAS, 1999; COELHO et al., 2003).

Segundo Schurr et al. (2000), o déficit hídrico na mamoneira afeta o seu desenvolvimento diminuindo a taxa de assimilação de CO₂ e, conseqüentemente, as atividades fisiológicas das plantas, principalmente a divisão e o crescimento das células; comentários semelhantes fizeram Dobashi et al. (1998) e Rego et al. (2004) para outras culturas. As plantas estressadas apresentam estrutura foliar alterada e com menor tamanho. Por outro lado, o aumento do status hídrico celular é responsável por uma atividade de crescimento mais pronunciada e eficiente. Já o excesso hídrico, tem como principal conseqüência, a diminuição da concentração de oxigênio, o que dificulta a respiração radicular e acarreta outros problemas, como: a parada do processo ativo de absorção de nutrientes (o qual depende da respiração) e a ocorrência de respiração anaeróbia pela planta e pelos microrganismos do solo, causando acúmulo de substâncias tóxicas como metano, etileno e gás sulfídrico (PIRES et al., 2002).

Sabe-se que a prática da irrigação é uma técnica que eleva a produtividade das culturas, porém o que tem se observado em cultivos extensivos com a cultura da mamoneira, é a não adoção dessa tecnologia. Já para o caso de produção de sementes a irrigação é largamente utilizada, e existem relatos de cultivos comerciais na Bahia obtendo produtividades acima de 5.000 kg ha⁻¹ (CARVALHO, 2005). Na literatura, há poucos trabalhos com a cultura da mamoneira envolvendo irrigação. Segundo Beltrão (2004), na cultura da mamoneira, a irrigação se justifica se o nível tecnológico empregado for elevado, para que se possa tirar o máximo possível de produtividade, com elevado teor de óleo e de boa qualidade.

Em um estudo comparativo entre os efeitos da condição de sequeiro e de irrigação sobre a cultura da mamoneira, constatou-se que a irrigação foi eficiente no aumento da produtividade, apresentando valores superiores a 4.049 kg ha⁻¹ (KOUTROUBAS et al., 2000). Drumond et al. (2006), estudando o comportamento de diferentes genótipos de mamoneira, irrigados por gotejamento, em Juazeiro, BA, obtiveram como resultados que alguns genótipos apresentaram grande potencial produtivo para o plantio com irrigação por gotejamento. Pesquisas realizadas pela Empresa Baiana de Desenvolvimento Agropecuário (EBDA) e pela EMBRAPA-CNPA mostraram que, para as duas variedades mais utilizadas no Nordeste (BRS-149 Nordestina e a BRS-188 Paraguaçu) o potencial de produtividade médio varia de 1.500 kg ha⁻¹, em condições de sequeiro, a 4.000 kg ha⁻¹, em condições irrigadas (CARVALHO, 2005).

De acordo com Bernardo et al. (2005), dentre os métodos indiretos de determinação da quantidade de água a ser disponibilizada para as culturas, o método do tanque classe "A" vem sendo bastante empregado em projetos de irrigação. Entretanto, seu custo é da ordem de US\$ 1.500,00, o que limita a sua utilização por pequenos produtores rurais. Como alternativa, o tanque Classe "A" poderia ser permutado pelo evaporímetro de Piche (PAWU e GUEYE, 1983; HELDWEIN et al., 2001; DUARTE et al., 2003; HELDWEIN et al., 2004).

Desta forma, devido à necessidade de maiores estudos quanto ao nível de irrigação na mamoneira, é oportuno o desenvolvimento de experimentos, com evaporímetro de baixo custo, que possam auxiliar os trabalhos dos agentes de extensão. Por conseguinte, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a produtividade da mamoneira, variedade IAC Guarani, sob diferentes níveis de irrigação por gotejamento, quantificados a partir da evaporação medida no evaporímetro de Piche.

MATERIAL E MÉTODOS

No período de maio a novembro de 2006, instalaram-se os trabalhos na área experimental da estação climatológica da UFC, em Fortaleza (03°44'S, 38°33'W, 19,5 m). O clima da região é do tipo Aw', ou seja, tropical chuvoso, muito quente, com predomínio de chuvas nas estações do verão e

do outono. O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 1999).

O experimento teve início com o preparo do solo constando sucessivamente de uma aração e de duas gradagens cruzadas. Um mês antes da semeadura, foram abertas as covas (1 m x 1 m) e corrigido o pH do solo com a aplicação de 50 g de calcário dolomítico por cova, a uma profundidade de 10 cm. No dia da semeadura, fez-se a adubação de fundação com micronutrientes e matéria orgânica (15 g de FTE BR-12 misturado a 200 g de húmus de minhoca por cova) a 10 cm de profundidade.

A semeadura foi realizada no dia 27 de maio, colocando-se três sementes por cova a uma profundidade de 3 a 5 cm. No dia 7 de junho, germinaram 90% das sementes, caracterizando o 1º dia após a germinação (DAG). No 3º DAG, fez-se o replantio e aos 15 DAG o desbaste foi realizado, deixando-se uma planta por cova. Durante o ciclo da cultura fez-se, sempre que necessário, o controle fitossanitário e o de plantas daninhas.

O manejo da adubação foi realizado via fertirrigações semanais a partir de uma bomba injetora de fertilizantes. A quantidade de adubo diluída por fertirrigação foi calculada de acordo com a fase da cultura, a partir da recomendação da análise de solo (65-70-30 kg ha⁻¹), respectivamente para NPK. As fontes comerciais utilizadas foram: sulfato de amônio, MAP, sulfato de potássio e cloreto de potássio (branco).

O experimento foi irrigado através de um sistema de irrigação por gotejamento, com as seguintes características hidráulicas: tubo gotejador autocompensante, 18 mm de diâmetro; sendo um emissor por planta, espaçados entre si de 1,0 m; vazão de 3,8 l h⁻¹; e pressão de serviço de 1,0 kgf cm⁻². As irrigações foram diárias, no período do 1º ao 170º DAG, e realizadas após a quantificação da evaporação medida em um evaporímetro de Piche (EPi).

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, considerando-se oito plantas úteis por tratamento (de um total de 24), sendo cinco níveis de irrigação: 35-70-105-140 e 175% da evaporação medida no evaporímetro de Piche.

Foram avaliadas as seguintes variáveis: tamanho do racemo de 1ª ordem; número de frutos por racemo de 1ª, 2ª e 3ª ordens; peso de 100 sementes de 1ª, 2ª e 3ª ordens; produtividade do racemo de 1ª, 2ª e 3ª ordens e produtividade total.

A colheita foi realizada em uma única etapa, isto é, após a maturação total dos racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens. De posse dos dados, realizou-se a análise de variância para cada variável pesquisada. Posteriormente, quando significativo pelo teste de Tukey a 5%, foram submetidos à análise de regressão, buscando-se ajustar equações com significados biológicos, através do software "SAEG 9.0 – UFV", sendo selecionado o modelo que apresentou melhores níveis de significância e coeficiente de determinação (R²).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de água aplicada nos diferentes tratamentos durante o experimento pode ser visualizada na Tabela 1. Observa-se que, nos tratamentos com níveis de irrigação equivalentes a 35-70-105-140 e 175% da evaporação medida no evaporímetro de Piche (EPi) foram aplicados durante o ciclo da cultura 387-611-835-1059 e 1283 mm de água, respectivamente.

Os resultados da análise de variância dos dados das variáveis de produção da mamoneira, variedade IAC Guarani, estão dispostos na Tabela 2. Verificou-se efeito significativo, a 5% de probabilidade pelo teste F, para a variável produtividade dos racemos de 2ª ordem. Enquanto que as variáveis peso de 100 sementes dos racemos de 2ª ordem, produtividade dos racemos de 3ª ordem e produtividade total apresentaram efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Na Tabela 3 encontram-se as variáveis que apresentaram efeito significativo e seus respectivos valores médios.

Para o peso de 100 sementes dos racemos de 2ª ordem da mamoneira, a análise de regressão revelou efeito linear (R² = 0,923) sob os níveis de irrigação testados (Figura 1). O máximo valor de P100SR2ª (42,71 g) foi obtido sob o nível de irrigação de 175% da EPi, que corresponde a uma lâmina de 1.283 mm de água.

Pela análise de regressão para a produtividade dos racemos de 2ª ordem (PR2ª) e de 3ª ordem (PR3ª), constatou-se efeito quadrático ajustado ao modelo polinomial com R² iguais a 0,980 e 0,97, respectivamente (Figura 2 e 3). Os valores máximos de PR2ª (1.316 kg ha⁻¹ de sementes) e PR3ª (1.449 kg ha⁻¹ de sementes) foram obtidos sob os níveis de irrigação correspondentes a 181 e 113 % da EPi, respectivamente. A partir desses níveis, a produtividade passa a decrescer.

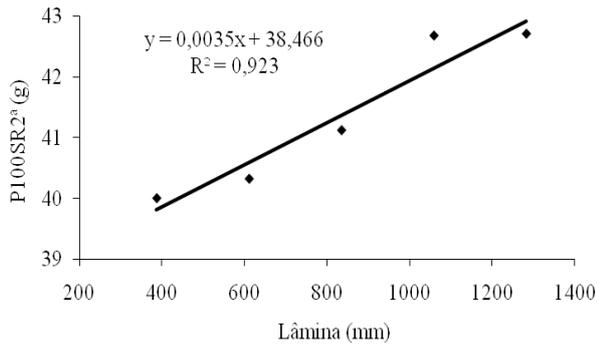


Figura 1. Efeito de diferentes níveis de irrigação no peso de 100 sementes dos racemos de 2ª ordem (P100SR2ª) da mamoneira, Fortaleza, CE, 2006.

Na análise de regressão para a produtividade total (PTOTAL), verificou-se efeito quadrático ajustado ao modelo polinomial com R2 igual a 0,97 (Figura 4). O valor máximo de PTOTAL (4.067 kg ha⁻¹ de sementes) foi obtido sob o nível de irrigação de 117% da EPI, onde, a partir desse nível a produtividade total de sementes passa a decrescer.

De acordo com a Figura 4, o nível de irrigação de aproximadamente 117% da EPI, nas condições de estudo, é o que proporciona a maior produtividade total da mamoneira variedade IAC Guarani, refletida pelos parâmetros produtivos peso de 100 sementes dos racemos de 2ª ordem e produtividade dos racemos de 2ª e 3ª ordens. A produtividade alcançada por esse estudo foi muito superior às produtividades médias nacional, e do maior produtor dessa cultura que é a Índia (FAO, 2006), chegando a ser 5,0 e 3,2 vezes maior, respectivamente.

Resultados semelhantes de produtividade encontraram a EBDA e a EMBRAPA-CNPA, trabalhando com duas variedades de mamona (Paraguaçu e Nordestina) em condições irrigadas (CARVALHO, 2005). Koutroubas et al., 2000 também obtiveram uma produtividade média com valores similares ao estudarem a mamoneira sob condições de irrigação (superiores a 4.049 kg ha⁻¹). Por outro lado, Drumond et al. (2006), trabalhando com os genótipos de mamoneira CNPAM 2001-2, CNPAM 2001-16, CNPAM 2001-63, CNPAM 2001-5, CNPAM 2001-70, BRS 188/Paraguaçu e CNPAM 2001-9, irrigados em Juazeiro, BA, encontraram uma produtividade média de 2.049 kg ha⁻¹, aproximadamente duas vezes menor que a encontrada nesse estudo com a variedade IAC Guarani.

Menores valores de peso de 100 sementes, número de frutos por racemos e de produtividade nas lâminas menores de irrigação, provavelmente, ocorreram devido o déficit hídrico que provoca o fechamento dos estômatos, diminuindo a assimilação de CO₂ e, conseqüentemente, diminuindo as atividades fisiológicas das plantas, principalmente a divisão e o crescimento das células (DOBASHI et al., 1998; SCHURR et al., 2000; REGO et al., 2004), refletindo assim em uma menor produtividade.

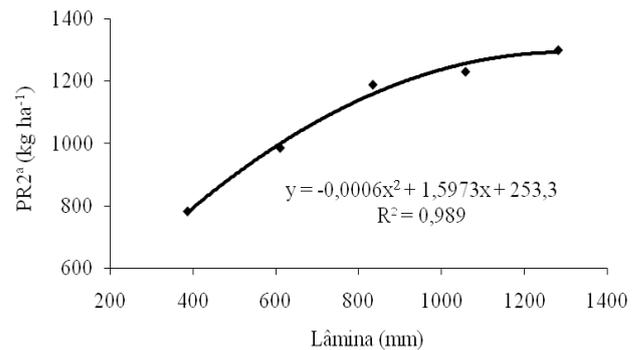


Figura 2. Efeito de diferentes níveis de irrigação na produtividade de sementes dos racemos de 2ª ordem (PR2ª) da mamoneira, Fortaleza, CE, 2006.

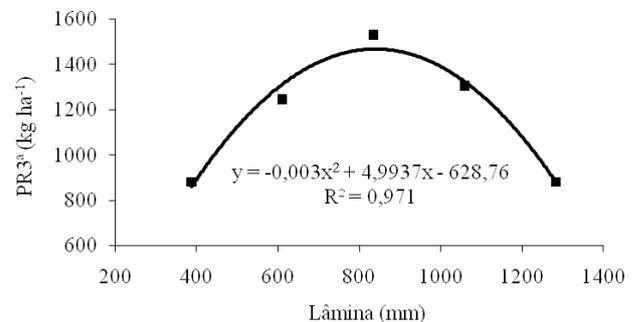


Figura 3. Efeito de diferentes níveis de irrigação na produtividade de sementes dos racemos de 3ª ordem (PR3ª) da mamoneira, Fortaleza, CE, 2006.

Entretanto, a redução nas doses maiores deve ter ocorrido devido ao excesso hídrico, que tem como a principal conseqüência a diminuição da concentração de oxigênio, o que dificulta a respiração radicular e acarreta outros problemas, como: parada do processo ativo de absorção de nutrientes (o qual depende da respiração) e ocorrência de respiração anaeróbia pela planta e pelos microrganismos do solo, causando acúmulo de substâncias tóxicas como metano, etileno e gás sulfídrico (PIRES et al., 2002).

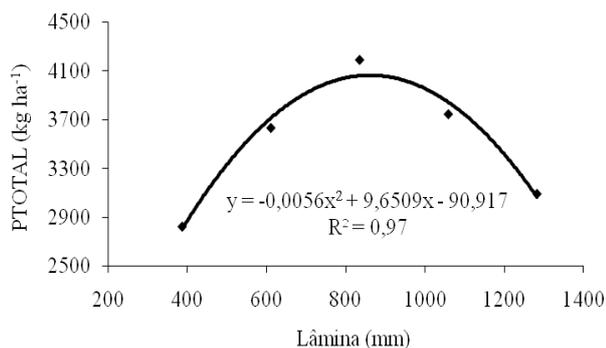


Figura 4. Efeito de diferentes níveis de irrigação na produtividade total de sementes (PTOTAL) dos racemos da mamoneira, Fortaleza, CE, 2006.

Os resultados obtidos legitimam a posição de Lima et al. (1999), Sanches e Dantas (1999), Coelho et al. (2003) e Beltrão (2004) ao afirmarem que a irrigação acarreta um aumento na produtividade das culturas, favorecendo os processos de crescimento, floração e frutificação da planta. Desse modo, verifica-se a essencialidade da água na produção da mamona, dada a correlação

observada entre a aplicação de lâminas de irrigação e a capacidade produtiva das plantas. Por outro lado, as elevadas produtividades obtidas, comprovam a eficiência do uso do método do evaporímetro de Piche para quantificar a demanda de água da mamoneira. Outros autores já haviam feito comentários semelhantes com culturas diferentes (PAWU e GUEYE, 1983; HELDWEIN et al., 2001; HELDWEIN et al., 2004).

CONCLUSÕES

A produtividade total da mamoneira aumentou com a elevação do nível de irrigação aplicado até o nível de 107% da evaporação medida no evaporímetro de Piche, promovendo uma produtividade máxima de 4.010 kg ha⁻¹.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio financeiro ao projeto.

Tabela 1. Quantidade de água, em mm, aplicada via irrigação nos diversos tratamentos durante o período de realização de experimento, Fortaleza, CE, 2006.

(%EPi)	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Total
	(mm)						
35	95	74	47	50	51	69	387
70	95	82	95	99	102	139	611
105	95	89	142	149	153	208	835
140	95	96	189	198	204	277	1059
175	95	103	237	248	254	346	1283

Tabela 2. Resumo da análise de variância do TR1^a, PS100R1^a, PS100R2^a, PS100R3^a, NFR1^a, NFR2^a, NFR3^a, PR1^a, PR2^a, PR3^a e PTOTAL em função dos níveis de irrigação aplicados na mamoneira, variedade IAC Guarani.

	Níveis de irrigação	Fontes de variação			F	
		Blocos	Resíduo	C.V. (%)		
Quadrados médios	TR1 ^a	24,18	18,02	43,43	9,98	0,557 ^{ns}
	P100SR1 ^a	0,13	6,21	2,68	3,89	0,048 ^{ns}
	P100SR2 ^a	6,56	0,36	0,48	1,68	13,586 ^{**}
	P100SR3 ^a	0,60	0,54	0,40	1,60	1,510 ^{ns}
	NFR1 ^a	45,44	66,46	307,61	18,53	0,148 ^{ns}
	NFR2 ^a	223,71	42,83	111,16	21,07	2,012 ^{ns}
	NFR3 ^a	43,44	76,18	50,51	11,84	0,860 ^{ns}
	PR1 ^a	9.046,35	6.521,39	55.603,83	19,73	0,163 ^{ns}
	PR2 ^a	179.461,20	15.388,01	50.140,04	20,40	3,579 [*]
	PR3 ^a	321.372,80	83.694,92	54.349,12	19,95	5,913 ^{**}
PTOTAL	1184.227,10	138.934,10	132.962,30	10,43	8,906 ^{**}	
Graus de liberdade		4	3	12	-	-

TR1^a - tamanho do racemo de 1^a ordem; P100SR1^a, 2^a e 3^a - peso de 100 sementes dos racemos de 1^a, 2^a e 3^a ordens, respectivamente; NFR1^a, 2^a e 3^a - número de frutos por racemos de 1^a, 2^a e 3^a ordens; PR1^a, 2^a e 3^a - produtividade dos racemos de 1^a, 2^a e 3^a ordens e PTOTAL - produtividade total (PR1^a + PR2^a + PR3^a).

* Significativo pelo teste F a nível de 5% de probabilidade, ** significativo pelo teste F a nível de 1% de probabilidade e ^{ns} não significativo pelo teste F.

Tabela 3. Valores médios e médias referentes às variáveis P100SR2^a, PR2^a, PR3^a e PTOTAL em função dos níveis de irrigação aplicados na mamoneira, variedade IAC Guarani.

TRATAMENTO (%Epi)	P100SR2 ^a (g)	PR2 ^a (kg ha ⁻¹)	PR3 ^a (kg ha ⁻¹)	PTOTAL (kg ha ⁻¹)
35	40,00	781,67	880,91	2822,38
70	40,32	985,91	1245,82	3633,31
105	41,12	1189,05	1530,30	4192,57
140	42,68	1230,88	1305,91	3746,23
175	42,71	1300,20	880,56	3091,29
Média	41,36	1097,54	1168,70	3497,16

P100SR2^a - peso de 100 sementes dos racemos de 2^a ordem / PR2^a - produtividade dos racemos de 2^a ordem / PR3^a - produtividade dos racemos de 3^a ordem / PTOTAL - produtividade total (PR1^a + PR2^a + PR3^a).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELTRÃO, N. E. de M. Sistema de Produção de Mamona em Condições Irrigadas: Considerações Gerais. Campina Grande-PB: Embrapa Algodão, Documentos, 132, p. 14, 2004.
- BELTRÃO, N. E. M.; SOUZA, J. G. de; SANTOS, J. W. dos; JERÔNIMO, J. F.; COSTA, F. X.; LUCENA, A. M. A. de; QUEIROZ, U. C. de. Fisiologia da mamoneira, cultivar BRS-149 Nordestina na fase inicial de crescimento, submetida a estresse hídrico. Revista brasileira de oleaginosas e fibrosas, Campina Grande: Embrapa Algodão, v. 7, n. 1, p. 659-664. jan-abr. de 2003.
- BERNARDO, S.; SOARES, A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação, 7^a edição; Viçosa, UFV, Imprensa universitária, 2005, 611p.
- CARVALHO, B. C. L. Manual do cultivo da mamona. Salvador: EBDA, 2005. 65 p. il.
- COELHO, E. F.; SILVA, J. G. F. da; ALVES, A. A. C.; CRUZ, J. L. Irrigação do mamoeiro. Cruz das Almas: Embrapa mandioca e fruticultura, jul. 2003. 8p. (Embrapa-CNPMPF. Série Circular Técnica, 54).
- DOBASHI, A. M.; CARVALHO, J. A.; PEREIRA, G. M.; RODRIGUES, L. S. Avaliação do crescimento da boca de leão (*Antirrhinum majus*) submetido a diferentes níveis de deficiência hídrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de caldas. Anais... Poços de caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. v. 1, p. 100-102.

7. DRUMOND, M. A.; ANJOS, J. B.; MILIANI, M., MORGADO, L. B.; SOARES, J. M. Comportamento de diferentes genótipos de mamoneira irrigados por gotejamento em Juazeiro-BA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracajú. Cenário Atual e Perspectiva - Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006a. CD-ROOM.
8. DUARTE, W. de O.; BARROS, D. de L.; ASSUNÇÃO, W. L. Comparação entre as leituras diárias do tanque Classe "A" e o evaporímetro de Piche, da Estação Climatológica de UFU. In: II SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOGRAFIA, 2003, Uberlândia. Perspectivas para o cerrado no século XXI – Anais... Universidade Federal de Uberlândia: Instituto de Geografia, 2003.
- 9 EMBRAPA. Centro nacional de pesquisa de solo. Sistema de classificação de solos. Brasília, Embrapa: produção de informação, 1999, 412p.
10. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://www.fao.org/>>. Acesso em: 30 abril. 2007.
11. HELDWEIN, A. B.; STRECK, L.; SCHNEIDER, F. M.; GRIMM, E. L.; NIED, A. H.; TAZZO, I. F. Modelos para a estimativa da evapotranspiração máxima da abóbora italiana em estufa plástica. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 75-86, 2004.
12. HELDWEIN, A. B.; DALSASSO, L. C. M.; STRECK, L.; TAZZO, I. F.; TRENTIN, G. Utilização do evaporímetro de Piche exposto à radiação solar para estimar a evapotranspiração máxima do pimentão em estufa plástica. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 213-217, 2001.
13. KOUTROUBAS, S. D.; PAPAKOSTA, D. K.; DOITSINIS, A. Water requirements for castor oil crop (*Ricinus communis* L.) in a Mediterranean climate. J. Agro & Crop Science, Berlin, p. 33-41, 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 21 mar. 2007.
14. LIMA, G. P. B.; AGUIAR, J. V. de; COSTA, R. N. T.; PAZ, V. P. S. Rendimento de cultivares do caupi (*Vigna unguiculata* L Walp) submetidas a diferentes lâminas de irrigação, Irriga, Botucatu, v.4, n.3, p.205-212, 1999.
15. PAWU, K. T.; GUEYE, M. Theoretical and measured evaporation rates from an exposed Piche atmograph. Agricultural Meteorology, Amsterdam, v. 30, p. 1-11, 1983.
16. PIRES, J. L. F.; SOPRANO, E.; CASSOL. B. Adaptações morfofisiológicas da soja em solo inundado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 37, n. 1, p. 41-50, jan.2002.
17. REGO, J. L.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M.; BASTOS, F. G. C.; GONDIM, R. S. Efeitos de níveis de irrigação sobre a cultura do crisântemo. Revista Ciência Agronômica. Fortaleza: v.35, n.2, p.302 – 308, 2004.
18. SANCHES, N. F.; DANTAS, J. L. L. O cultivo do mamão. Circular Técnica, 34. EMBRAPA, 105 p., 1999.
19. SCHURR, U.; HECKENBERGER, U.; HERDEL, K.; WATER, A.; FEIL, R. Leaf development in *Ricinus communis* during drought stress: dynamics of growth processes, of cellular structure and of sink-source transition. Journal of experimental Botany. Oxford, v. 51, n. 350, p. 1515-1529, sep. 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 04 oct. 2006.