



Utilização do lisímetro de drenagem para obtenção do Kc da mamoneira em plantio adensado

Use of drainage lysimeter for obtaining Kc of castor bean in dense plantation

Wezer Lismar Miranda^{1*}, Luiz Gonsaga de Carvalho², Pedro Castro Neto³, Pietros André Balbino dos Santos⁴

Resumo: A cultura da mamona é considerada resistente a deficiências hídricas, no entanto, apresenta considerável incremento de produtividade quando submetida à irrigação. Para o adequado manejo da irrigação um dos critérios passíveis de serem adotados baseia-se na evapotranspiração da cultura (ETc) e para tanto torna-se necessário o conhecimento do valor do coeficiente de cultura (Kc). Com o presente trabalho objetivou-se determinar o Kc da mamoneira em plantio adensado, no período de safrinha, utilizando-se lisímetro de drenagem. Foram utilizados três lisímetros de drenagem, com dimensões de 1,2 m de comprimento, 1,4 m de largura e 1,2 m de profundidade. Nos lisímetros foram plantadas oito mudas de mamoneira da cultivar Al Guarany 2002 com espaçamento de 0,3 m entre plantas e 0,7 m entre linhas. A ETc foi contabilizada no intervalo de 5 a 12 dias, conforme se observou o fim da drenagem. A evapotranspiração de referência (ETo) foi estimada pela equação de Penman-Monteith-FAO. A partir da relação ETc/ETo obteve-se o Kc para os diferentes períodos ao longo do ciclo da cultura. Os valores de ETc encontrados nas fases inicial, de crescimento, intermediária e final foram 1,65; 3,07; 9,14 e 5,85 mm d⁻¹, respectivamente. Os valores de Kc para as fases mencionadas foram 0,98; 1,41; 2,11 e 1,65, respectivamente.

Palavras-chaves: evapotranspiração, lisimetria, *Ricinus communis* L., safrinha

Abstract: Castor bean culture is considered resistant to water deficit. However, it presents considerable increase in productivity when submitted to irrigation. For the adequate irrigation management, one of the criterion considered is based on the crop evapotranspiration (ETc) and is necessary for finding the crop coefficient (Kc) value. With the present work, we aimed at determining the Kc of the castor bean in dense plantation, during the off-season, using a drainage lysimeter. Three drainage lysimeters, with dimensions of 1.2 m of length, 1.4 m of width and 1.2 m of depth, were used. In the lysimeters, eight castor bean seedlings, cultivar Al Guarany 2002 were planted with spacing of 0.3 m between plants and 0.7 m between lines. The ETc was calculated considering the interval from 5 to 12 days, according to the end of drainage. The reference evapotranspiration (ETo) was estimated by the Penman-Monteith-FAO equation. From the ETc/ETo relation, we obtained the Kc for the different periods over the crop cycle. The ETc values found in the initial, growing, intermediate and final phases were of 1.65; 3.07; 9.14 and 5.85 mm d⁻¹, respectively. The Kc values for the mentioned phases were of 0.98; 1.41; 2.11 and 1.65, respectively.

Key words: evapotranspiration, lysimeters, *Ricinus communis* L., off-season

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 20/12/2015; aprovado em 18/02/2016

¹Doutor em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Universidade Federal de Lavras, Lavras; (35)98819-1320, wmlismar@yahoo.com.br.

²Doutor em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, lgonsaga@deg.ufla.br.

³Doutor em Agronomia (Energia na Agricultura), Universidade Federal de Lavras, pedrocnc@deg.ufla.br.

⁴Mestrando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Universidade Federal de Lavras, pietros.balbino@gmail.com.



INTRODUÇÃO

A forma de cultivo da mamoneira tem se diferenciado da tradicional onde se utiliza cultivares de porte médio e alto, colheita manual e baixa densidade de plantio (SCHLICK et al., 2012). Recentemente, tem-se observado o uso de tecnologias modernas para o cultivo em grandes áreas.

Soratto et al. (2011), estudando espaçamento de plantio e população de plantas de mamoneira de porte baixo, evidenciam que essa oleaginosa pode ter sua produtividade influenciada positivamente com o adensamento. De acordo com Ramos et al. (2008), com os avanços tecnológicos alcançados dentro desta cadeia produtiva, tem-se verificado ainda, a possibilidade de utilização de semeadoras-adubadoras mecânicas para o plantio direto de sementes de mamona.

Com base na aplicação das tecnologias mencionadas, para o cultivo da mamona, Moro et al. (2011) estudou a interação do cultivo da mamoneira com sistemas de produção das culturas graníferas onde a mamoneira é inserida no processo de rotação/sucessão com o objetivo de maximizar a produtividade da referida oleaginosa, cultivando-a tanto na safra, quanto na safrinha, em sucessão as culturas de outono/inverno e de verão.

Neste contexto de tecnificação do cultivo da mamoneira, a irrigação também tem sido considerada, mesmo tendo em vista o exposto por Barros Júnior et al. (2008) ao afirmarem que a mamoneira produz satisfatoriamente bem sob condições de baixa precipitação apresentando-se como alternativa para o semi-árido brasileiro.

Beltrão (2004), estudando a viabilidade de uso da irrigação no cultivo da mamona relata que no Brasil as áreas irrigadas com mamoneira são poucas, com alguns registros na Bahia, no Rio Grande do Sul e no Maranhão, mas que os níveis de produtividade têm atingindo mais de 6.000 kg de baga ha⁻¹, em alguns casos. A constatação de ganhos significativos de produtividade da mamoneira irrigada demonstra uma perspectiva de potencial crescimento da utilização desta técnica, aliado à expansão da área cultivada e com o melhor aproveitamento do seu cultivo em áreas consideradas marginais.

No manejo da irrigação realizado com base em dados meteorológicos, um dos parâmetros a serem considerados é o coeficiente de cultura (Kc) que de acordo com Medeiros et al. (2004), se relaciona aos fatores ambientais e fisiológicos das plantas, devendo, preferencialmente, ser determinado para as condições locais, nas quais será utilizado.

Para a determinação do Kc faz-se necessário então, a aplicação de algum método para estimar e ou medir a evapotranspiração de referência (ET_o) e que se tenha conhecimento da evapotranspiração da cultura (ET_c) em todas as suas fases de desenvolvimento.

De acordo com Allen et al. (2005) a ET_o é compreendida como um parâmetro para se obter a evapotranspiração de uma cultura qualquer pelo processo de duas etapas, onde se estima a ET_o e se estabelece o Kc mais adequado para determinado estágio de desenvolvimento da cultura, assim da multiplicação entre dois termos obtém-se a ET_c. Sendo este o conceito aplicado ao manejo de irrigação que deixa evidente a necessidade de definição prévia dos valores de Kc melhor aplicáveis à região de cultivo.

Quanto a ET_c, um dos equipamentos utilizados para medi-la de forma direta é o lisímetro. Por definição, Pereira et

al. (1997), estabelecem que este equipamento consiste de uma caixa impermeável, contendo um volume de solo e que permite conhecer com detalhe alguns termos do balanço hídrico do volume amostrado.

No caso da mamoneira a ET_c e consequentemente o Kc, são fatores ainda pouco estudados e na literatura encontra-se um número limitado de trabalhos visando a determinação destes parâmetros. Assim, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de determinar o coeficiente de cultura (Kc) da mamoneira em plantio adensado, no período de safrinha e nas condições climáticas de Lavras, Minas Gerais, utilizando-se lisímetro de drenagem.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área de pesquisa do Setor de Agrometeorologia e Climatologia da Universidade Federal de Lavras, no município de Lavras, MG, situado a uma altitude de 918,8 m, na latitude de 21° 14' S e longitude de 45° 00' W, tendo como referência a Estação Climatológica Principal, pertencente a rede de observações meteorológicas de superfície do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia – no convênio UFLA/INMET. O solo dessa área é classificado originalmente como Latossolo Vermelho Distroférico (LVdf) segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). A classificação climática proposta por KÖPPEN e confirmada por Dantas et al. (2007) é do tipo Cwa, com inverno seco e chuvas predominantes no verão, com precipitação total média anual de 1530 mm e temperatura média anual de 19,4 °C.

A cultivar utilizada foi a Al Guarany 2002 que possui porte médio, variando entre 1,6 e 2,4 m de altura, ciclo de 180 dias, caule roxo com cera e ramos formando ângulo fechado, frutos indeiscentes, sementes de tamanho médio, cor marrom escura contendo estrias cinza-claras, pesando aproximadamente 0,46 g, contendo 48% de óleo na semente e com produtividade variando entre 1.000 e 2.500 kg ha⁻¹ (BRASIL, 2010).

A estrutura lisimétrica contou com três lisímetros de drenagem. Os tanques utilizados para compor os lisímetros foram construídos especificamente para o presente trabalho, em fibra de vidro. Os tanques tinham formato retangular, com dimensões de 1,2 x 1,4 m de área e 1,2 m de profundidade. O fundo dos tanques tinha formato piramidal para garantir o total escoamento da água drenada ao longo do perfil do solo para o centro do mesmo.

Para montagem dos lisímetros foi feita uma escavação manual no local de instalação de cada um deles. O solo foi retirado em seis camadas sucessivas de 0,20 m de espessura e essas camadas foram devidamente separadas. No preenchimento do tanque as camadas foram repostas na ordem inversa da retirada com procedimentos de umedecimento e leves compactações no intuito de aproximar o máximo possível das condições físicas originais, principalmente no que se refere a densidade do solo.

O fundo do tanque foi preenchido com uma camada de 0,10 m de brita nº 1 e sobre esta foi estendida uma manta sintética conhecida como Bidim-RP07[®]. Para evitar a formação de canal preferencial de escoamento da água na face interna das paredes dos lisímetros, aplicou-se nas mesmas, cola adesiva e sobre estas uma fina camada de solo retirado da trincheira que foi aberta.

Em cada um dos três lisímetros, foram transplantadas oito mudas, no espaçamento de 0,3 x 0,7 m. A fim de evitar o escoamento superficial da lâmina irrigada e/ou precipitada de dentro dos lisímetros para fora ou o contrário, manteve-se uma elevação de 5 cm de borda das paredes em relação ao nível do solo.

A frequência da irrigação e a lâmina de reposição de água nos lisímetros foram controladas com auxílio de uma bateria de quatro tensiômetros instalados nas profundidades de 0,10; 0,20; 0,40 e 0,60 m em um dos lisímetros. As leituras nos tensiômetros foram realizadas com tensiômetro de punção digital, toda vez que se observou a interrupção da drenagem.

A partir da leitura de cada tensiômetro, estabelecia-se uma média de umidade atual do solo para todo o perfil. Os cálculos para se obter o volume de água a ser repostos nos lisímetros são mostrados nas equações a seguir:

$$LL = (\theta_{cc_m} - \theta_{a_m}) \cdot z \quad (1)$$

$$V = LL \cdot A_L \quad (2)$$

$$V_R = V + (10\% \cdot V) \quad (3)$$

em que, θ_{cc} é a umidade na capacidade de campo média ao longo do perfil ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); θ_a umidade atual média ao longo do perfil ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); z é a profundidade do perfil (mm); LL é lâmina de irrigação (mm); A_L representa a área do lisímetro (m^2); V o volume necessário para retornar a umidade do solo na capacidade de campo (L); e V_R o volume a ser repostos ao solo do lisímetro (L).

A aplicação do volume de reposição de água calculado se deu de forma manual com o uso de um regador.

O volume de água coletado nos baldes foi medido diariamente, entre 15 e 17 h. Após a medição do volume, a água era descartada em um ralo instalado dentro do poço coletor. Este volume foi acumulado entre a aplicação de água e a subsequente cessação da drenagem durante o período experimental.

A evapotranspiração da cultura (ETc) foi então calculada a partir da Equação 4:

$$ETc = I + P - D \pm \Delta A \quad (4)$$

onde: ETc representa a evapotranspiração da cultura (mm); I a irrigação (mm); P a precipitação (mm); D a drenagem (mm); e ΔA a variação do armazenamento (mm).

Após a primeira irrigação com base nas leituras dos tensiômetros, o volume de água drenado foi medido diariamente até cessar. O intervalo entre aplicação de água e fim da drenagem variou de 5 a 12 dias. Ao ocorrer o fim da drenagem da primeira irrigação, nova leitura foi feita nos tensiômetros e a água necessária para retornar todo o perfil à umidade na capacidade de campo, mais 10% foi repostos e assim sucessivamente as aplicações de água nos lisímetros foram realizadas.

Para o cálculo da ETc, optou-se pela contabilização mínima de 30 dias e nos casos em que não houve coincidência destes com o fim da drenagem e consequente aplicação de água, seguiu-se a contagem de dias até que o número de dias coincidissem com nova aplicação de água. Assim, a ETc diária foi dada pela média das ETc's do intervalo considerado.

A umidade do solo ao redor dos lisímetros também foi controlada como forma de garantir a homogeneização das condições de umidade do solo e crescimento das plantas no espaço interno e externo aos lisímetros, além de minimizar o

efeito buquê. A irrigação no entorno dos lisímetros foi realizada por meio de um sistema de gotejamento, com gotejadores espaçados em 0,70 m e apresentando vazão de 2,2 L h^{-1} . O manejo da irrigação no entorno dos lisímetros se deu a partir de tensiômetros instalados na área e considerando a profundidade efetiva do sistema radicular, a fração de área molhada, calculando-se a lâmina bruta de irrigação e o tempo de funcionamento do sistema, mantendo o solo sempre próximo da umidade na capacidade de campo.

A evapotranspiração de referência (ETo) foi estimada diariamente ao longo de todo o período de duração do experimento a partir da equação de Penman-Monteith FAO, descrita por Allen et al. (1998) e Pereira et al. (1997).

Os valores diários de ETo estimados foram acumulados no intervalo mínimo de trinta dias, coincidindo com o intervalo utilizado para cálculo da ETc, e obtida a média do período.

Os valores de coeficiente de cultura (Kc) foram então calculados a partir da relação entre ETc representada pela média das medidas nos lisímetros e ETo estimada pelo método Penman-Monteith-FAO, nos intervalos entre a interrupção da drenagem. Intervalo este que foi variável em número de dias, em função da lâmina de irrigação aplicada, das condições de demanda atmosférica e do estágio de desenvolvimento das plantas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

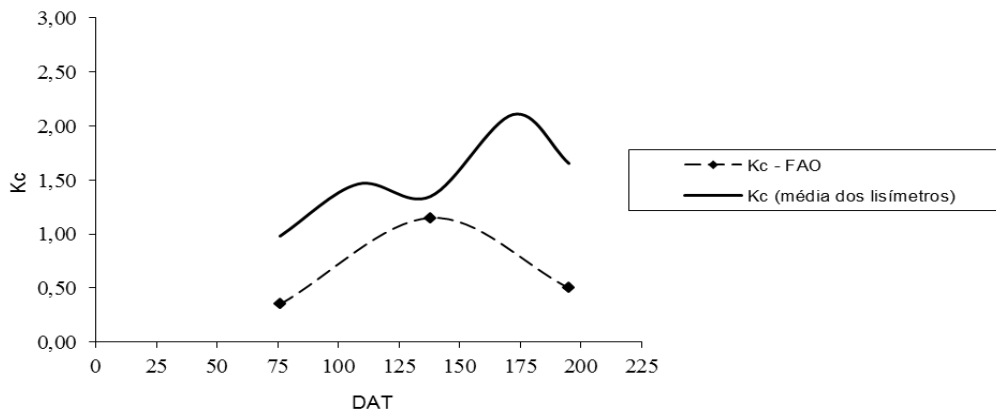
Os lisímetros 1 e 2 mantiveram a mesma frequência de número de dias necessários para cessar a drenagem ao longo do período analisado. O lisímetro 3, teve uma frequência diferente sendo necessário um número menor de dias para cessar a drenagem em relação aos outros dois e também a lâmina de reposição foi sempre menor.

As diferenças observadas entre os valores dos elementos meteorológicos observados no período experimental e os apresentados nas Normas Climatológicas podem explicar a maior demanda evaporativa da atmosfera ocorrida na correspondente fase III de desenvolvimento da cultura, mencionada por Allen et al. (1998), confirmada pela evapotranspiração de referência (ETo) estimada ao longo de todo o ciclo da cultura e especialmente nos referidos meses em que a média histórica foi amplamente superada.

Tal fato, também foi observado por Medeiros et al. (2004), trabalhando com lisímetro de lençol freático constante, e serviu para explicar o comportamento diferenciado da curva de Kc do feijoeiro cultivado na cidade de Campinas (SP), onde a curva composta de dados observados em intervalos de dez dias não foi tão suavizada quanto a apresentada por Allen et al. (1998). Segundo esta referência, o máximo valor de Kc para o feijoeiro seria de 1,15, mas Medeiros et al. (2004), em função das condições meteorológicas no período, obtiveram valores de Kc de até 1,7. Estes autores ainda citam o crescimento da cultura além das bordas dos lisímetros como fator determinante para esta tendência de elevação do valor de Kc.

Coeficiente de cultura da mamoneira (Kc)

O coeficiente de cultura (Kc) da mamoneira foi avaliado em termos médios, realizado entre os valores obtidos nos três lisímetros de drenagem instalados na área (Figura 1).

Figura 1. Comparativo entre o coeficiente de cultura (Kc) obtido da média entre os três lisímetros e o Kc sugerido por Allen et al. (1998)

Destaca-se que no presente trabalho foi utilizado o espaçamento adensado para determinação do Kc. A utilização do espaçamento 0,7 x 0,3 m para mamoneira não é convencionalmente utilizado em lavouras comerciais, esta proposição aqui realizada foi no sentido de tentar antecipar uma informação para os casos em que se pretende adaptar as lavouras de mamoneira para o plantio direto e a colheita mecanizada com as mesmas máquinas já utilizadas para o milho, por exemplo. Assim, conforme será discutido a seguir, o número de plantas em cada lisímetro influencia o consumo de água da mamoneira e consequentemente o Kc.

Na literatura atualmente disponível, foram encontrados poucos trabalhos envolvendo a determinação dos valores de Kc para a mamoneira. Das referências obtidas, Andrade Júnior et al. (2008), trabalhando com a cultivar BRS – Nordestina, no espaçamento de 3 x 1 m, em monocultivo e consorciada com feijão, na cidade de Alvorada do Gurguéia (PI), utilizou o método do balanço de água no solo para medir a evapotranspiração da cultura (ETc) e para medir o conteúdo de água no solo utilizou uma sonda de capacitância. A evapotranspiração de referência (ETo) foi estimada pela equação de Penman-Monteith-FAO. Os valores de Kc's foram obtidos para períodos de cinco dias. Os valores observados no cultivo consorciado (0,4; 1,2 e 0,7 nas fases I,

III e IV respectivamente) reforçam a idéia de quanto maior a porcentagem de cobertura do solo, maior a ETc e consequentemente os valores de Kc.

Centeno et al. (2012), também utilizando lisímetro de drenagem para determinação do Kc da mamoneira (cultivar BRS Energia), em experimento conduzido em Senhor do Bonfim – BA, testando água com diferentes níveis de salinidade, encontraram valores para Kc de 0,81; 1,99; 2,94 e 2,51; respectivamente, para as fases I, II, III e IV, considerando apenas a testemunha, na qual a irrigação foi realizada com água do abastecimento local. Os referidos valores, observados nas fases III e IV superam em 39,3 e 50,3% os observados no presente estudo nas mesmas fases. Fato este que pode ser explicado pela elevada demanda hídrica atmosférica local e pela ausência de uma bordadura igualmente cultivada com mamoneira no entorno da área experimental.

Os valores de Kc observados neste estudo, bem como os apresentados por Allen et al. (1998), Andrade Júnior et al. (2008), Rios et al. (2011) e Centeno et al. (2012) estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores de coeficiente de cultura (Kc) da mamoneira nas diferentes fases obtidos no presente estudo e relatados na literatura

Fase	Presente estudo	1	2	3	4
I	0,98	0,35	0,25	0,27	0,81
III	2,11	1,15	0,75	0,87	2,94
IV	1,65	0,55	0,30	0,57	2,51

1 – Allen et al. (1998); 2 – Andrade Júnior et al. (2008); 3 – Rios et al. (2011); 4 – Centeno et al. (2012).

Quanto aos valores apresentados nas colunas 1, 2 e 3 da Tabela 1, todos foram superados pelos observados neste trabalho em todas as fases, mesmo quando comparado ao máximo encontrado por Curi e Campelo Júnior (apud ANDRADE JÚNIOR et al., 2008) que avaliando o híbrido Íris, material caracterizado pelo porte baixo, em Santo Antônio do Leverger (MT), observaram o Kc máximo de 1,37.

A razão para tal diferença pode ser explicada pelo estudo de Posse et al. (2008), no qual cultivou duas plantas de mamoeiro em um único lisímetro de pesagem nas dimensões

de 3 x 2 m com 1 m de profundidade. O transplantio foi feito no espaçamento de 3,6 m entre linhas e 1,8 m entre plantas. Como havia duas plantas no lisímetro, o valor médio semanal de ETc foi calculado conforme Eq. 5. E o Kc semanal pela Eq. 6.

$$ETc = \frac{V_{Lis}}{nS_{platio}} \quad (5)$$

em que: V_{Lis} é a variação de volume médio semanal no lisímetro, L; n representa o número de plantas instaladas no lisímetro; e S_{platio} o espaçamento de plantio da cultura.

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o K_s K_L} \quad (6)$$

onde, K_L se destaca em função de estabelecer uma relação com porcentagem de área molhada ou sombreada que é dependente da taxa de crescimento do diâmetro de copa (DC) ao longo do ciclo da cultura. Com esse acompanhamento, os autores estabeleceram ajustes do Kc devido as variações do DC em relação ao espaçamento adotado.

No que se refere a consumo de água em função da densidade de plantio, Carvalho et al. (2006), apresentam as lâminas de água aplicadas em duas densidades de plantio de café, 2.500 e 10.000 plantas ha⁻¹, sendo que na observação de três anos seguidos (2001, 2002 e 2003) as lâminas aplicadas no plantio mais adensado (2 x 0,5 m) superaram as aplicadas no plantio dito de livre crescimento (4 x 1 m). A soma da lâmina total dos três anos correspondeu a 535,9 e 1.358,6 mm, para as densidades de 2.500 e 10.000 plantas ha⁻¹.

Dessa forma, acredita-se que em trabalhos semelhantes ao do presente estudo, a adoção de uma metodologia visando ajustar o Kc em função do número de plantas presente nos lisímetros e dos valores de diâmetro de copa observado nas mesmas, tais valores podem ser alterados e se aproximarem mais dos apresentados por Allen et al. (1998), considerados referência mundial, os quais afirmam que a variação do Kc em condições locais não deve diferir dos tabelados, pelos mesmos, em mais de 0,2 unidades. No entanto, Bossie et al. (2009) utilizando lisímetros de drenagem para determinação do Kc da cebola encontraram valores diferentes dos propostos no Boletim FAO 56, o que reforça a necessidade de gerar estes valores a nível local.

Já Mendonça et al. (2007), utilizando lisímetro de pesagem para determinação do Kc do feijoeiro, estes também obtiveram uma superestimativa nos valores do Kc, em relação aos apresentados no Boletim FAO 56 e apresentaram como possíveis causas o efeito buquê gerado pelas plantas de bordadura, em função do aumento da umidade no solo do lisímetro e a maior área foliar das plantas que possibilitaram maior taxa evaporativa. No presente trabalho o mesmo pode ter ocorrido, apesar dos cuidados tomados na irrigação da área no entorno dos lisímetros.

CONCLUSÕES

Os valores observados de evapotranspiração da mamoneira nas fases inicial, de crescimento, intermediária e final são 1,65; 3,07; 9,14 e 5,85 mm d⁻¹ respectivamente.

Os valores de coeficiente de cultura são: 0,98; 1,41; 2,11 e 1,65 para as fases: inicial, de crescimento, intermediária e final.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), pelo apoio aos projetos envolvendo plantas oleaginosas que têm sido desenvolvidos na Universidade Federal de Lavras (UFLA).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements. Roma: FAO Irrigation and Drainage paper N° 56, 1998, 306p.

ALLEN, R. G.; WALTER, I. A.; ELLIOT, R. L.; HOWELL, T. A.; ITENFISU, D.; JENSEN, M. E.; SNYDER, R. L. The ASCE standardized reference evapotranspiration equation. Reston, VA: American Society of Civil Engineers, 2005.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; MELO, F. B.; MASCHIO, R.; RIBEIRO, V. Q.; MORAIS, E. L. C. Coeficientes de cultivo da mamoneira em sistema monocultivo e consorciado com feijão-caupi, Campina Grande, PB. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA. 3., 2008, Salvador, BA. Anais... Salvador: Secretaria Estadual de Agricultura, 2008. CD-ROM.

BARROS JÚNIOR, G.; GUERRA, H. O. C.; CAVALCANTI, M. L. F.; LACERDA, R. D. Consumo de água e eficiência do uso para duas cultivares de mamona submetidas a estresse hídrico. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 12, n. 4, p. 350-355, 2008.

BELTRÃO, N. E. M. Sistema de produção de mamona em condições irrigadas: considerações Gerais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 14 p. (Documentos, 132).

BOSSIE, M.; TILAHUN, K.; HORDOFA, T. Crop coefficient and evapotranspiration of onion at Awash Melkassa, Central Rift Valley of Ethiopia. Irrigation and Drainage Systems, v. 23, p. 1-10, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Mamona. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. Acessado em: 20 dez. 2010. Online. Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/index.html>.

CARVALHO, C. H. M.; COLOMBO, A.; SCALCO, M. S.; MORAIS, A. R. Evolução do crescimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigado e não irrigado em duas intensidades de plantio. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 30, n.2, p. 243-250, mar./abr. 2006.

CENTENO, C. R. M.; AZEVEDO, C. A. V.; SANTOS, D. B. dos; LIRA, V. M.; SANTOS, J. B. Determinação do coeficiente de cultivo da mamona BRS energia irrigada com água salina. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Mossoró, v. 7, n. 4, p. 147-153, 2012.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 31, n.6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos.

- Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- MEDEIROS, G. A.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E. Relações entre o coeficiente de cultura e cobertura vegetal do feijoeiro: erros envolvidos e análises para diferentes intervalos de tempo. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 26, n. 4, p. 513-519, 2004.
- MENDONÇA, J. C.; SOUSA, E. F.; BERNARDO, S.; SUGAWARA, M. T.; PEÇANHA, A. L.; GOTTARDO, R. D. Determinação do coeficiente cultural (Kc) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em Campos dos Goytacazes, RJ. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 11, n. 5, p. 471-475, 2007.
- MORO, E.; CRUSCIOL, C. A. C.; CARVALHO, L. L. T. Épocas de aplicação de nitrogênio para híbridos de mamona no sistema plantio direto em safrinha. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 32, n. 2, p. 391-410, 2011.
- PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. *Evapo(transpi)ração*. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183 p.
- POSSE, R. P.; BERNARDO, S.; SOUSA, E. F.; GOTTARDO, R. D. Evapotranspiração e coeficiente da cultura do mamoeiro. *Revista Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 28, n. 4, p. 681-690, out./dez. 2008.
- RAMOS, N. P.; GALLI, J. A.; AMORIM, E. P.; SILVA, M. R.; MARTINS, A. L. M. Semeadura do híbrido Lyra de mamona (*Ricinus communis* L.) sob plantio direto. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 32, n. 2, p. 481-486, mar./abr. 2008.
- RIOS, G. F. A.; CARVALHO, L. G. de; MAGINA, F. de C.; CASTRO NETO, P.; SILVA, B. M.; FRAGA, A. C. Consumo hídrico e coeficiente de cultura da mamoneira na microrregião de Lavras, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 15, n.12, p. 1275-1282, 2011.
- SORATTO, R. P.; SCHLICK, G. D. S.; GIACOMO, B. M. S.; ZANOTTO, M. D.; FERNANDES, A. M. Espaçamento e população de plantas de mamoneira de porte baixo para colheita mecanizada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 46, n. 3, p. 245-253, 2011.
- SCHLICK, G. D. S.; SORATTO, R. P.; BOTTINO, D.; FERNANDES, A. M. Crescimento e produtividade da mamona de porte baixo em diferentes espaçamentos e populações de plantas. *Interciencia*, v. 37, n. 1, p. 49-54, 2012.