

COEFICIENTES DE CULTIVO DA MAMONEIRA – BRS ENERGIA, EM SISTEMA MONOCULTIVO E CONSORCIADO COM FEIJÃO-CAUPI

ADERSON S. ANDRADE JÚNIOR², FRANCISCO B. MELO³, RAFAEL MASCHIO⁴,
VALDENIR Q. RIBEIRO³; MICHEL A. BARROS⁴

¹ Projeto financiado com recursos do CNPq (Processo Nº 473.679/2006-0); ² Eng. Agrônomo, Pesquisador A, Embrapa Meio-Norte, Bolsista PQ-CNPq, Caixa Postal 1, CEP 64.006-220, Teresina, PI. Fone: (86) 3089-9160. E.mail: aderson@cpamn.embrapa.br; ³ Eng. Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI.; ⁴ Estudante de Agronomia, CCA-UFPI, Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI.

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia
22 a 25 de setembro de 2009 – GrandDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções – Belo Horizonte – MG

RESUMO: A determinação dos valores do coeficiente de cultivo (Kc) é fundamental para se conhecer as necessidades hídricas da cultura ao longo dos estádios de desenvolvimento. O presente trabalho teve por objetivo determinar o Kc da mamoneira (*Ricinus communis* L.), cultivar BRS Energia, em sistema monocultivo e consorciado com o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), em seus diferentes estádios de desenvolvimento, visando ao manejo racional da irrigação em cultivo solteiro e a definição de parâmetros para o zoneamento de risco climático do consórcio mamona-caupi. O experimento foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Meio-Norte, no Município de Alvorada do Gurguéia, PI. Os dados de evapotranspiração da cultura (ETc) foram determinados através do balanço de água no solo. Os dados meteorológicos da estação automática foram utilizados para estimar a evapotranspiração de referência (ETo) pelo método Penman – Monteith. Na fase inicial do ciclo produtivo (até os 45 DAS), os Kcs da mamoneira em cultivo consorciado com o feijão-caupi foram superiores ao monocultivo. Os Kcs do consórcio apresentaram valores máximos de 1,2 (aos 55 DAS), coincidindo com o período de enchimento de vagens do feijão-caupi. Em cultivo solteiro, o Kc da mamona atingiu pico de 1,3 (aos 85 DAS), coincidindo com o período de formação e enchimento dos cachos.

PALAVRAS-CHAVE: demanda hídrica, evapotranspiração, zoneamento agrícola, biodiesel.

CROP COEFFICIENTS OF THE CASTOR BEAN AND COWPEA IN MONO AND INTERCROPPING SYSTEMS

ABSTRACT: The definition of the crop coefficient (Kc) is important to know the crops water requirements along of the development stages. The present work aimed to determine the Kc values of the castor bean (*Ricinus communis* L.), variety BRS Energia, and cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp), in mono and intercropping system, aiming for the irrigation management in monocropping system and definition of the parameters for the climatic risk zoning models while in intercropping system. The experiment was carried out at Embrapa Mid North experimental area, in Alvorada do Gurguéia county, Piauí State, Brazil. The evapotranspiration crop (ETc) data were determined through the soil water balance. The automatic weather meteorological station data were used to estimate the reference evapotranspiration (ETo) by Penman – Monteith method. In the initial phase of the crop (up 45 days after sowing – DAS), the Kcs values of the castor bean – cowpea intercropping system were higher than the values obtained in monocropping system. In intercropping system, the Kcs values presented the maximum value of 1.2 (55 DAS), coinciding with the period of cowpea grain filling. In monocropping, the castor bean Kc reached the maximum value of 1.3 (85 DAS), when there is coinciding with the formation and filling fruits stages.

KEYWORDS: water demand, evapotranspiration, agricultural zoning, biodiesel.

INTRODUÇÃO: O cultivo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) sofreu grande expansão na região Nordeste do Brasil, devido principalmente a sua capacidade de adaptação a diferentes condições de solo e clima e ao uso múltiplo do óleo extraído de suas sementes, que possui inúmeras aplicações, tais como: fabricação de cosméticos, próteses para ossos humanos, lubrificantes e aditivos de combustíveis, dentre outras. Atualmente, o uso de óleo de mamona para produção de biodiesel é uma das alternativas brasileiras para diminuir a dependência do petróleo e reduzir a emissão de poluentes e gases de efeito estufa na atmosfera (MELO et al., 2003). O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é uma excelente fonte de proteína e possui todos os aminoácidos essenciais, carboidratos, vitaminas e minerais, além de grande quantidade de fibras dietéticas e baixa quantidade de gordura (CARDOSO et al., 1994). Por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, as quais têm a habilidade de fixar nitrogênio do ar, elemento químico exigido em grandes quantidades, tanto pela mamona quanto pelo feijão-caupi para o seu desenvolvimento vegetativo e produtivo (MELO et al., 2003). Portanto, constitui-se em uma alternativa para o consórcio com a mamona. No Nordeste do Brasil, a mamoneira é cultivada, em quase sua totalidade, em regime de sequeiro e em consórcio. Ao utilizar o consórcio, o agricultor familiar garante maior estabilidade de rendimentos, maior aproveitamento dos recursos naturais, redução da erosão do solo, maior diversidade alimentar, maior ocupação de mão-de-obra e supressão natural de plantas daninhas (AZEVEDO et al., 1997). A demanda hídrica (K_c) das culturas em consórcio é um dado básico que deve ser conhecido para subsidiar o zoneamento de risco climático de culturas consorciadas. Desta forma, torna-se necessário o estudo de parâmetros que auxiliem na tomada de decisão. O K_c é variável de acordo com a fase de desenvolvimento da cultura, das condições de solo, clima e de disponibilidade hídrica no solo. Assim, a utilização de valores obtidos de outras regiões pode gerar erros consideráveis na estimativa do consumo hídrico da cultura. O consórcio apresenta uma série de problemas que limitam a produção, sobretudo, devido à carência de informações básicas para quantificar a água requerida pelas plantas em suas diversas fases de desenvolvimento. Existem poucos estudos para a definição do K_c da mamoneira em cultivo solteiro (CURI & CAMPELO JÚNIOR, 2004; ANDRADE JÚNIOR et al., 2008). Da mesma forma, praticamente inexitem pesquisas para a definição da demanda hídrica para consórcios com a cultura da mamona (ANDRADE JÚNIOR et al., 2008). Este trabalho tem por objetivo determinar o K_c da cultura da mamona, cultivar BRS Energia, em sistema monocultivo e consorciado com o feijão-caupi, em seus diversos estádios de desenvolvimento, visando ao manejo racional da irrigação, quando em cultivo solteiro, e a definição de parâmetros para o zoneamento de risco climático de culturas consorciadas.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido em Alvorada do Gurguéia, PI (8°26'S, 43°52'W e 280m). O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho-Amarelo, cujas características químicas e físico-hídricas são apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. O clima local, de acordo com a classificação de THORNTHWAITE & MATHER (1955), é sub-úmido seco (C1) (ANDRADE JÚNIOR et al., 2005). Avaliou-se a mamoneira, cultivar BRS Energia, em monocultivo e consorciada com feijão-caupi, cultivar BRS Guariba. A semeadura da mamoneira foi efetuada em 10/06/2008, em um espaçamento de 1,2 m x 1,0 m, em ambos os sistemas de cultivo (solteiro e consorciado). A semeadura do feijão-caupi ocorreu no mesmo dia, em um espaçamento de 0,60 m x 0,25 m, nos dois sistemas de cultivo. No sistema consorciado, foi semeada uma fileira de feijão-caupi para cada fileira de mamona (1:1), deixando-se 0,6 m de distância entre as fileiras. Na adubação de fundação, para a mamoneira, foram aplicados 20 kg ha⁻¹ de N, 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O. Na adubação de cobertura da mamoneira, foram aplicados 40 kg ha⁻¹ de N, aos 30 dias após a semeadura. Devido aos níveis de fertilidade natural do solo, não houve

necessidade de adubação do feijão-caupi. As irrigações foram efetuadas por um sistema de aspersão convencional, em um espaçamento de 12 m x 12 m. O manejo de irrigação baseou-se na aplicação total da evapotranspiração de referência (ET_o) acumulada no período entre irrigações sucessivas. Com isso, assegurou-se que os níveis de umidade no solo fossem mantidos próximos a capacidade de campo. As medidas da evapotranspiração da cultura (ET_c) foram determinadas pelo método do balanço de água no solo para. Utilizou-se a sonda de capacitância FDR Diviner 2000[®] para as medidas diárias de conteúdo de água no solo, em camadas de 0,10 m, até a profundidade de 0,50 m. Foram instalados nove tubos de acesso de PVC, sendo três em cada sistema de cultivo: mamona solteira (a 0,30 m das fileiras centrais da parcela), feijão-caupi solteiro (entre as fileiras centrais da parcela) e no consórcio mamona – feijão-caupi (entre as fileiras de mamona e feijão-caupi). Os dados climáticos diários foram coletados por uma estação agrometeorológica automática constituída por sensores de temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento (2m), com os quais se estimou a ET_o diária pelo método de Penman – Monteith. Os valores de K_c's, em períodos decendiais, nos dois sistemas de cultivo, foram estimados pela relação ET_c/ET_o.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A variação do K_c da mamoneira em sistema monocultivo e consorciado com o feijão-caupi é mostrada na Figura 1. Em cultivo solteiro, o coeficiente de cultura medido apresentou valor mínimo de 0,25, nos primeiros 25 dias após a semeadura (DAS), correspondendo às fases de germinação até o estabelecimento da cultura. Na fase de pleno desenvolvimento vegetativo da cultura, o K_c variou de 0,55 (30 DAS) a 0,90 (50 DAS), apresentando valor médio de 0,70. A partir dessa fase, o K_c oscilou de 1,15 (65 DAS) a 1,25 (95 DAS), alcançando o valor máximo de 1,30, aos 85 DAS, coincidindo com o período de formação e enchimento das bagas. A partir desse pico, verificou-se um decréscimo, próprio da fisiologia da cultivar, alcançando valores de 1,15 (105 DAS) a 1,0 (115 DAS), no período que se estende da maturação até a colheita dos primeiros cachos. Valores semelhantes de K_c, em monocultivo, foram observados por CURI & CAMPELO JÚNIOR (2004), com a cultivar Íris, de ciclo de 120 dias, em Santo Antonio de Leverger, MT, onde obteve valor máximo de 1,37, na fase reprodutiva. As semelhanças nos valores de K_c podem ser explicadas pelas características similares entre as cultivares, notadamente, o ciclo fisiológico de cultivo. No consórcio, evidenciou-se que, até os 45 DAS, os valores de K_c foram superiores ao cultivo solteiro, em virtude da maior demanda evapotranspirativa do feijão-caupi nesse período. Da semeadura até os 25 DAS, os valores de K_c oscilaram de 0,30 (15 DAS) até 0,60 (25 DAS), com média de 0,40. A partir dessa fase, os valores de K_c aumentaram rapidamente desde os 35 DAS (0,90) até atingir o pico de 1,20, aos 55 DAS, coincidindo com o período de formação e enchimento de vagens do feijão-caupi. Com a colheita do feijão-caupi aos 65 DAS, o consórcio deixou de existir e houve a manutenção desse mesmo nível de exigência hídrica (1,2), para atender a necessidade hídrica da mamoneira em cultivo solteiro. Valores semelhantes de K_c, em consórcio, foram observados por ANDRADE JÚNIOR et al. (2008), com a cultivar BRS Nordestina, em ensaio conduzido nas mesmas condições edafoclimáticas de Alvorada do Gurguéia, PI, onde obteve valor máximo de 1,2, aos 55 DAS. Não houve efeito aditivo pronunciado na demanda hídrica do consórcio, conforme verificado em outros estudos, uma vez que a semeadura ocorreu no mesmo dia, não havendo coincidência entre as fases críticas das duas culturas. Os valores de K_cs obtidos resultaram em adequadas produtividades de bagas, em monocultivo (1.468,5 kg/ha), e em consórcio (1.276,7 kg/ha), demonstrando que a cultura ficou submetida a níveis adequados de umidade no solo durante a condução do experimento. As produtividades de grãos do feijão-caupi foram de 1.192,1 kg/ha (monocultivo) e de 734,4 kg/ha (consórcio). Os valores de produtividade equivalente, calculados com base na relação histórica de preços mínimos dos produtos, convertidos em bagas de mamona (1.952,5 kg/ha), demonstram que a adoção do consórcio mamona – feijão-

caupi é mais vantajosa em relação ao monocultivo, conforme já identificado em outros estudos (AZEVEDO et al., 1997; MELO et al., 2003; ANDRADE JÚNIOR et al., 2008).

CONCLUSÕES: Na fase inicial do ciclo produtivo (até os 45 DAS), os Kcs da mamoneira BRS Energia em cultivo consorciado com o feijão-caupi BRS Guariba foram superiores ao monocultivo. Os Kc's do consórcio apresentaram valores máximos de 1,2 (aos 55 DAS), coincidindo com o período de enchimento de vagens do feijão-caupi. Em cultivo solteiro, o Kc atingiu pico máximo de 1,3 (aos 85 DAS), coincidindo com o período de formação e enchimento das bagas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE JÚNIOR, A.S.; BASTOS, E.A.; BARROS, A.H.C.; SILVA, C.O.; GOMES, A.A.N. Classificação climática e regionalização do Semi-Árido do Estado do Piauí sob cenários pluviométricos distintos. Revista Ciência Agronômica, v. 36, n. 2, maio - ago., 2005, p. 143 – 151.

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. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2008, Salvador. Anais. Embrapa Algodão: Salvador, 2008. (CD-ROM).

AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; LIMA, E. F. V. Recomendações técnicas para o cultivo (*Ricinus communis* L.) no Brasil. Campina Grande: EMBRAPA - CNPA, 1997. 52p. (EMBRAPA - CNPA. Circular Técnica, 25).

CARDOSO, M.J.; FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; FROTA, A.B.; MELO, F.B. Arranjo populacional no consórcio milho x feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) em regime de sequeiro. Revista Ceres, Viçosa, v. 41, n. 233, p.19-27,1994.

CURI, S.; CAMPELO JÚNIOR, J.H. Evapotranspiração e coeficientes de cultura da mamoneira (*Ricinus communis* L.) em Santo Antônio do Leverger - MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2004, Campina Grande. Anais. Embrapa Algodão: Campina Grande, 2004. (CD-ROM).

MELO, F.B.; BELTRÃO, N.E.M; SILVA, P.H.S. Cultivo da mamona (*Ricinus communis* L.) consorciada com feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) no Semi-Árido. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2003, 89p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 74).

THORNTHWAITE, C. W. & MATHER, J. R. The water balance. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104p.

Tabela 1. Características químicas do solo da área experimental. Alvorada do Gurgueia, PI, 2008.

Profundidade (m)	pH (água)	MO g kg ⁻¹	P Mg dm ⁻³	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	CTC	V
				----- cmol _c dm ⁻³ -----						%
0,0 – 0,2	6,44	5,46	5,40	0,08	1,27	0,69	0,01	1,02	3,07	66,71
0,2 – 0,4	5,88	1,31	2,10	0,09	0,50	0,32	0,01	2,23	3,15	29,23

Fonte: Laboratório de Solos - Embrapa Meio-Norte.

Tabela 2. Características físico-hídricas do solo da área experimental. Alvorada do Gurguéia, PI, 2008.

Prof. (m)	Granulometria (g kg ⁻¹)				Ds* (Mg m ⁻³)	CC* (% em volume)	PMP*	Classificação Textural
	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila				
0,0 – 0,2	629,0	240,5	24,5	106,0	1,65	12,98	6,11	Areia Franca
0,2 – 0,4	545,5	252,5	46,0	156,0	1,63	15,51	7,49	Franco Arenoso

Fonte: Laboratório de Solos - Embrapa Meio-Norte. *Ds – Densidade do solo, CC – Capacidade de campo (-10 kPa) e PMP – Ponto de murcha permanente (-1500 kPa).

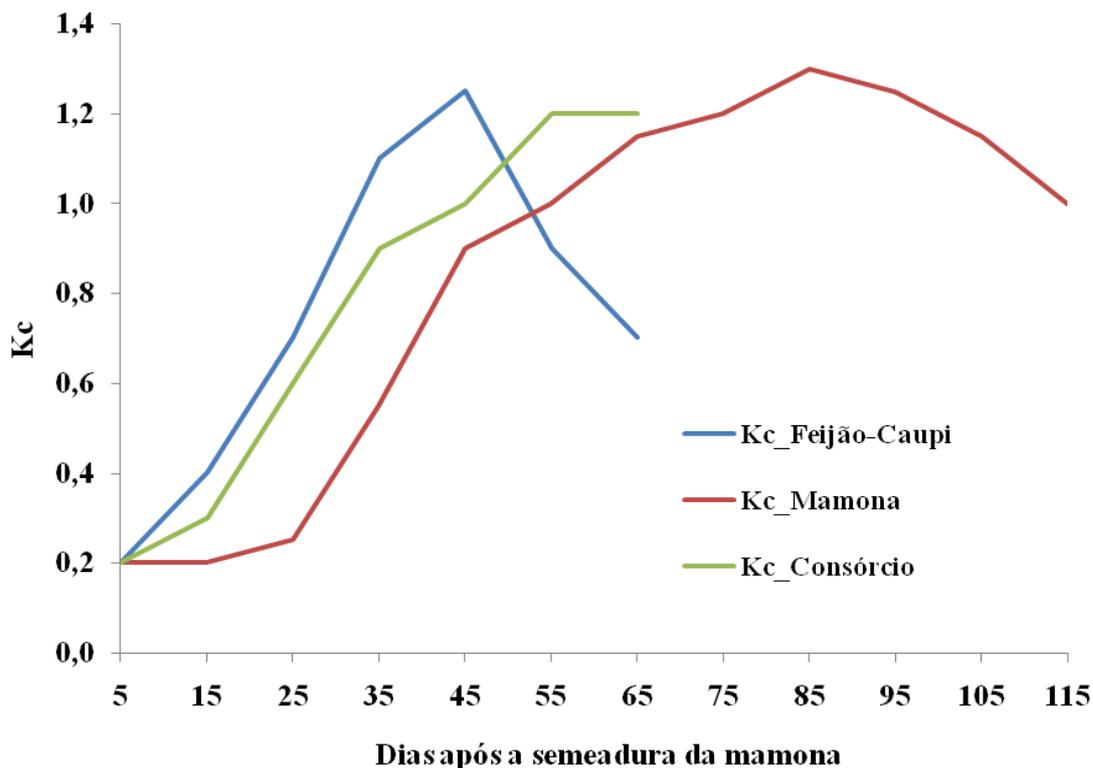


Figura 1. Curvas de coeficiente de cultivo (Kc) para a mamoneira, BRS Energia, em monocultivo e consorciada com o feijão-caupi, BRS Guariba. Alvorada do Gurguéia, PI, 2008.