

## Coeficientes de Cultivo do Sorgo em Sistemas Monocultivo e Consorciado com Feijão-caupi

Rafael Maschio<sup>1</sup>, Aderson S. Andrade Júnior<sup>2</sup>, José Adilberto L. Duarte<sup>3</sup>, Milton José Cardoso<sup>2</sup>,  
Valdenir Q. Ribeiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudante de Agronomia, CCA – UFPI, Bolsista FUNCAMP/Embrapa Meio-Norte CP. 01, CEP 64006-220, Teresina, PI. [rafael.maschio@cpamn.embrapa.br](mailto:rafael.maschio@cpamn.embrapa.br); <sup>2</sup>Pesquisador, Embrapa Meio-Norte, [aderson@cpamn.embrapa.br](mailto:aderson@cpamn.embrapa.br), [valdenir@cpamn.embrapa.br](mailto:valdenir@cpamn.embrapa.br) e [miltoncardoso@cpamn.embrapa.br](mailto:miltoncardoso@cpamn.embrapa.br). <sup>3</sup>Bolsista, CNPq. [adilberto@cpamn.embrapa.br](mailto:adilberto@cpamn.embrapa.br)

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*, *Vigna unguiculata*, irrigação, risco climático, agricultura familiar.

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é originário de região tropical e seu cultivo é adaptado às regiões quentes e secas, devido sua grande tolerância ao déficit hídrico. É cultivado, principalmente, onde a precipitação anual se situa entre 375 e 625 mm ou onde esteja disponível irrigação suplementar. É entre as espécies alimentares, uma das mais versáteis e mais eficientes, tanto do ponto de vista fotossintético, como em velocidade de maturação. Sua reconhecida versatilidade se estende desde o uso de seus grãos como alimento humano e animal; como matéria prima para produção de álcool anidro, bebidas alcoólicas, colas e tintas; o uso de suas panículas para produção de vassouras; extração de açúcar de seus colmos; até as inúmeras aplicações de sua forragem na nutrição de ruminantes (Rodrigues & Santos, 2007).

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 possuir grande quantidade de fibras dietéticas e baixa quantidade de gordura (Cardoso et al. 1994). Por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, tem a habilidade de fixar nitrogênio do ar, elemento químico exigido em grandes quantidades pelo sorgo, para o seu desenvolvimento vegetativo e produtivo. Portanto, é uma excelente alternativa para o consórcio com o sorgo.

No Nordeste do Brasil, o sorgo é cultivado, em quase sua totalidade, em regime de sequeiro. Dado a sua elevada tolerância ao estresse hídrico, constitui-se em excelente alternativa para as áreas onde não seja possível o cultivo do milho, como o semi-árido Nordestino. Nessa região, o cultivo do sorgo em consórcio com outras culturas tem demonstrado ser uma opção viável (Freire Filho et al., 1986; Silva et al., 1990; Bezerra Neto et al., 1991; Azevedo et al., 1998; Resende et al., 2001). 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, fonte extra de alimentação animal, maior ocupação de mão-de-obra e supressão natural de plantas daninhas.

A demanda hídrica das culturas em consórcio é um dado básico que deve ser conhecido para se planejar um manejo adequado de irrigação e processar o zoneamento de risco climático. Desta forma, torna-se necessário a avaliação de parâmetros que auxiliem na tomada de decisão. Um desses parâmetros é o coeficiente de cultivo (Kc), o qual é variável de acordo com a fase de desenvolvimento da cultura, das condições de solo, clima e da irrigação. 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 total de informações básicas para quantificar a água que deve ser requerida pelas plantas em suas diversas fases de desenvolvimento. A determinação dos valores do coeficiente de cultivo (Kc) é fundamental para se obter as necessidades hídricas da cultura. Poucos estudos foram conduzidos para a definição da demanda hídrica do sorgo em cultivo solteiro (Saunders et al., 1988; Assis & Verona, 1991; Costa et al., 1994). Entretanto, praticamente inexistem pesquisas para definição da demanda hídrica para consórcios com a cultura do sorgo. Este trabalho teve por objetivo determinar o Kc da cultura do sorgo em sistema monocultivo e consorciado com feijão-caupi, em seus diversos estádios de desenvolvimento, visando ao manejo racional da irrigação e a definição de parâmetros para o zoneamento de risco climático.

O experimento foi conduzido em Teresina, PI (05°05'S, 42°48'W e 74,4m). O solo da área experimental é um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, cujas características químicas e físico-hídricas apresentam-se nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. O clima local, segundo Köeppen, é do tipo Aw', ou seja, tropical quente e úmido, com chuvas no verão. Avaliou-se o sorgo híbrido BR – 304, em monocultivo e consorciado com feijão-caupi, cultivar BRS – Guariba.

O plantio do sorgo foi realizado no dia 03/10/2007, em um espaçamento de 0,6m x 0,1m (solteiro) e de 1,2m x 0,1m (consorciado). A semeadura do feijão-caupi ocorreu em 18/10/2007, em um espaçamento de 0,6m x 0,2m (solteiro) e de 1,2m x 0,2m (consorciado), nos dois sistemas de cultivo, 15 dias após a semeadura do sorgo, de modo a fazer coincidir as fases críticas das duas culturas. No sistema consorciado, foi semeada uma fileira de feijão-caupi para uma fileira de sorgo. Na adubação de fundação foram aplicados 150 kg/ha de uréia, 150 kg/ha de superfosfato simples e 70 kg/ha de cloreto de potássio. No sorgo, aos 60 dias após o plantio, foram aplicados 130 kg/ha de uréia na adubação de cobertura.

**Tabela 1.** Características químicas do solo da área experimental. Teresina, PI, 2007.

Prof. (cm)	pH (água)	M.O. g kg <sup>-1</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	CTC	V %
0 – 20	5,51	10,25	16,40	0,11	2,01	0,97	0,04	1,35	4,49	70,86
20 – 40	4,77	8,37	8,85	0,12	2,80	0,86	0,06	3,12	5,57	44,84

Fonte: Laboratório de Solos - Embrapa Meio-Norte.

**Tabela 2.** Características físico-hídricas do solo da área experimental. Teresina, PI, 2007.

Prof. (cm)	Granulometria (%)				Ds (kg/m <sup>3</sup> )	CC* (% em volume)	PMP	Classificação Textural
	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila				
0 – 20	29,62	43,70	10,57	16,11	1,70	22,03	9,86	Franco Arenoso
20 – 40	23,25	42,47	11,67	22,61	1,80	21,58	13,45	F. Argilo-arenoso

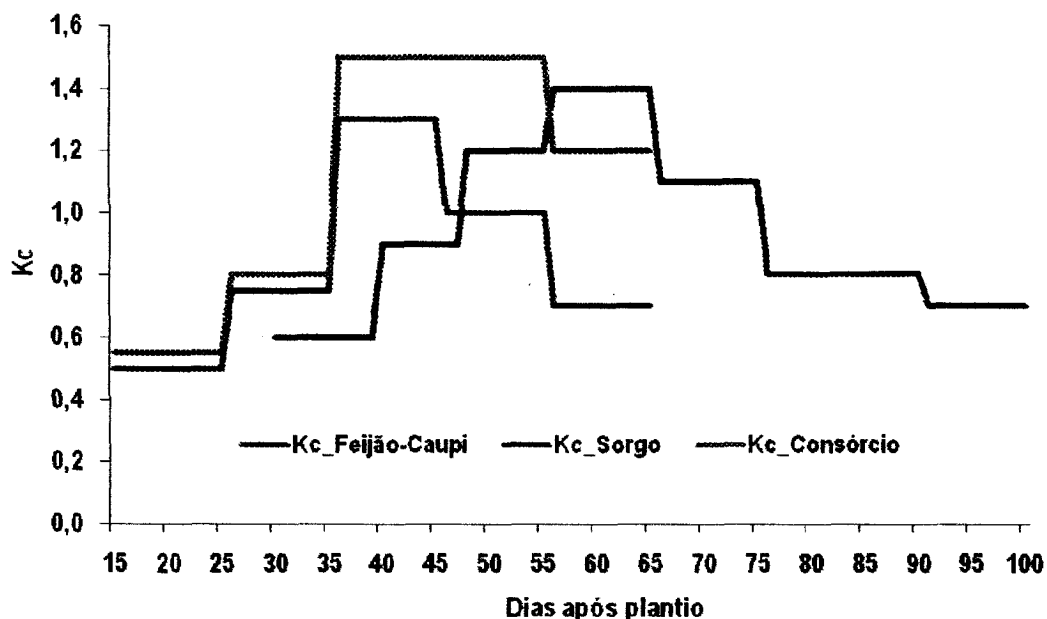
Fonte: Laboratório de Solos - Embrapa Meio-Norte. \* CC definida a – 10 kPa.

As irrigações foram efetuadas por um sistema de aspersão convencional, em um espaçamento de 12m x 12m. Usou-se o método do balanço de água no solo para as medidas da evapotranspiração da cultura (ETc). Para tanto, utilizou-se a sonda de capacitância Diviner 2000®

para as medidas diárias de conteúdo de água no solo, em camadas de 0,10m, até a profundidade de 0,50m. Sensores de umidade do solo por capacitância são alternativas aos métodos tradicionais de quantificação do teor de água do solo, fornecendo leituras seguras, rápidas e em profundidade no perfil do solo (Andrade Júnior et al., 2007). O método baseia-se na medição da constante dielétrica ou capacitância da matriz do solo (ar, água, solo), a qual é relacionada com a umidade volumétrica (Silva et al., 2007). Foram instalados 09 tubos de acesso de PVC, sendo quatro em cada sistema de cultivo: sorgo solteiro (entre as fileiras centrais da parcela), feijão-caupi solteiro (entre as fileiras centrais da parcela) e no consórcio sorgo – feijão-caupi (entre as fileiras de sorgo e feijão-caupi).

Os dados climáticos diários foram coletados por 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 evapotranspiração de referencia (ET<sub>o</sub>) diária pelo método Penman – Monteith. Os valores de K<sub>c</sub>'s, em períodos de dez dias, nos dois sistemas de cultivo, foi estimado pela relação entre a ET<sub>c</sub> e a ET<sub>o</sub>.

A variação do K<sub>c</sub> decendial do sorgo em sistema monocultivo e consorciado com o feijão-caupi é mostrada na Figura 1. Em cultivo solteiro, o K<sub>c</sub> do sorgo medido apresentou um valor mínimo de 0,60, dos 30 aos 40 dias após o plantio (DAP), correspondendo à fase inicial de desenvolvimento vegetativo. Com o desenvolvimento da cultura, o K<sub>c</sub> aumentou, alcançando o valor máximo de 1,40, dos 56 aos 65 DAP, coincidindo com o período de formação e enchimento das panículas. A partir desse pico, verificou-se um decréscimo, próprio da fisiologia da cultivar, alcançando valores de 0,80 (dos 76 aos 90 DAP) e 0,70 (dos 91 aos 100 DAP), período que compreende a maturação das panículas (Saunders et al., 1988).



**Figura 1.** Curvas de K<sub>c</sub> decendiais para a cultura do sorgo em monocultivo e consorciado com o feijão-caupi. Teresina, PI, 2007.

Valores inferiores de Kc foram observados por Assis & Verona (1991), com a cultivar BR 501, ciclo de 125 dias, em Pelotas, RS, onde obteve valor máximo de 1,2, no período dos 60 aos 70 DAP. As diferenças observadas podem ser explicadas pelas características distintas das cultivares e pelas diferentes condições de solo e clima dos locais (radiação solar, umidade relativa do ar e temperatura do ar), durante a execução do experimento.

No consórcio, o Kc medido apresentou um valor mínimo de 0,55, nos primeiros 25 DAP, correspondendo à fase de desenvolvimento vegetativo inicial do sorgo e do feijão-caupi. Com o desenvolvimento das culturas, o Kc aumentou, alcançando valor máximo de 1,50 (dos 36 aos 55 DAP), coincidindo com o período de formação das panículas do sorgo e das vagens do feijão-caupi. A partir desse pico, verificou-se uma redução da demanda hídrica do consórcio, alcançando valor de 1,20 (dos 56 aos 65 DAP), notadamente, em função da diminuição da necessidade hídrica do feijão-caupi. A partir dos 65 DAP, com a colheita do feijão-caupi (finalização do consórcio), a demanda hídrica passou a coincidir com a do sorgo em monocultivo.

Os valores de Kc's do sorgo, em sistema consorciado, notadamente, no período de maior demanda hídrica (dos 36 aos 55 DAP) foram superiores ao sistema em monocultivo. Isso ocorreu devido ao aumento da demanda hídrica do consórcio para atender as exigências hídricas do feijão-caupi, bem como ao acréscimo no índice de área foliar (Assis & Verona, 1991), ocasionando uma maior evapotranspiração das culturas em consórcio. Os resultados dos Kc's obtidos no consórcio sorgo – feijão-caupi não foram comparados com outros, pelo motivo de não existirem trabalhos de pesquisas envolvendo demanda hídrica dessas culturas em consórcio.

Os valores de Kc's obtidos resultaram em elevadas produtividades de grãos de sorgo, em monocultivo (6.526,9 kg/ha), e em consórcio (4.732,0 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 1.042,7 kg/ha (monocultivo) e de 308,9 kg/ha (consórcio). Nessa condição hídrica (sem ocorrência de estresse hídrico no solo), a produtividade equivalente obtida de 5.621,1 kg/ha (em grãos de sorgo) indica que a adoção do consórcio sorgo – feijão-caupi não se mostrou vantajosa em relação ao sorgo em monocultivo. Tendência semelhante foi observada por Ferreira (2006) ao avaliar a produção equivalente do consórcio milho – feijão-caupi em resposta a disponibilidade hídrica no solo.

### **Referências Bibliográficas**

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SILVA, C.R.; DANIEL, R. Calibração de um sensor capacitivo de umidade em Latossolo Amarelo na microrregião do Litoral Piauiense. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 2, p. 303-307, 2007.

ASSIS, F.N.; VERONA, L.A.F. Consumo de água e coeficiente de cultura do sorgo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.26, n.5, p.665-670, 1991.

AZEVEDO, D.M.P.; BELTRÃO, N.E. de M.; SANTOS, J.W.; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; NOBREGA, L.B.; VIEIRA, D.J.; PEREIRA, J.R. Efeito de população de plantas no consórcio mamoneira - sorgo. Revista de Oleaginosas e Fibrosas, v.2, n.3, p.183-192, 1998.

BEZERRA NETO, F.; TORRES FILHO, J.; HOLANDA, J.S. de; SANTOS, E.F.; ROSADO, C.A. de S. Efeito do Sistema de Cultivo e Arranjo Espacial no Consórcio Algodão Herbáceo + Caupi + Sorgo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.26, n.5, p.715-727, 1991.

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.

COSTA, E.F.; COUTO, L.; SANS, L.M.A.; NETO, M.S.A.; BRITO, R.A.L. Estimativa do consumo de água pela cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L.), a partir da evapotranspiração de referência na região de Sete Lagoas, MG. Irrigação e Drenagem, v.3, p.1-11, 1994.

FERREIRA, V.M. Definição de parâmetros para estimativa de risco climático no consórcio milho x feijão-caupi. 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Piauí.

FREIRE FILHO, F.R.; ARAUJO, A.G.; CARDOSO, M.J.; FROTA, A.B. Avaliação do sistema policultivar de feijão macassar em consórcio com sorgo e milheto, no Piauí. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUARIA DO PIAUI, 4., 1986, Teresina. Anais... Teresina: EMBRAPA-UEPAE de Teresina, 1986. p.128-142. (EMBRAPA-UEPAE de Teresina. Documentos, 6).

REZENDE, P.L.; SILVA, A.G.; CORTE, E.; BOTREL, E.P. Consórcio sorgo-soja. v. comportamento de híbridos de sorgo e cultivares de soja consorciados na entrelinha no rendimento de forragem. Ciência Rural, Santa Maria, v.31, n.3, p. 369-374, 2001.

RODRIGUES, J.A.S.; SANTOS, F.G. (Eds.). Sistema de produção da cultura do sorgo. 3ª ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, set. 2007. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção 2). Versão eletrônica disponível em [www.cnpms.embrapa.br/publicações/sorgo](http://www.cnpms.embrapa.br/publicações/sorgo).

SAUNDERS, L.C.U.; CASTRO, P.T.; BEZERRA, F.M.L. Dinâmica da água na cultura do sorgo na microrregião homogênea de Quixeramobim – Ceará. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 19, n. 1, p 37-42, junho 1988.

SILVA, C.R.; ANDRADE JÚNIOR, A.S.; ALVES JÚNIOR, J. ; SOUSA, A.B.; MELO, F.B.; COELHO FILHO, M.A. Calibration of a capacitance probe in a paleodult. Scientia Agricola, v. 64, p. 636-640, 2007.

SILVA, F. P. da; TAVORA, F. J. A. F.; VIEIRA, F. V.; COSTA NETO, F. V. Produtividade do algodão herbáceo influenciada pelos consórcios com feijão caupi, sorgo, gergelim e milho. Ciência Agronômica, v.21, n. 1, p. 65-74, 1990.