

CONSUMO HÍDRICO DO FEIJÃO CAUPI NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO

R. R. da Silva¹, I. S. Gonçalves², A. V. A. Pereira³, G. M. de Oliveira⁴, A. L. F. Ferraz⁵,
V. E. de Oliveira⁶

RESUMO: O conhecimento do consumo de água nas diversas etapas de desenvolvimento das plantas cultivadas permite que a administração da irrigação seja feita de forma mais racional. Este trabalho teve como objetivo, determinar o consumo hídrico do feijão caupi para a região do Submédio do Vale do São Francisco. O experimento foi conduzido de novembro/2016 a janeiro/2017 no campo experimental do DTCS/UNEB. Foi utilizado o feijão caupi: Canapu e BRS Acauã. A evapotranspiração da cultura (ET_c) foi obtida a partir de leituras diárias em evapotranspirômetros e a de referência (ET_o), pelo método de Penman-Monteith. O coeficiente de cultura (K_c) foi determinado pela relação $K_c = ET_c/ET_o$. A ET_c média para todo o ciclo do Canapu foi de $6,0 \text{ mm dia}^{-1}$, atingindo valores máximos diários de $10,9 \text{ mm dia}^{-1}$; para BRS Acauã, $5,6 \text{ mm dia}^{-1}$, com valores máximos diários de até $8,9 \text{ mm dia}^{-1}$. Os valores de K_c do Canapu variaram de 0,49 para o estádio IV a 1,24 para o estádio III; para BRS Acauã, 0,55 no estádio I a 1,31 no estádio III. O maior desenvolvimento vegetativo do Canapu em relação a BRS Acauã contribuiu para maior consumo hídrico da cultura; a demanda atmosférica nos estádios III e IV foi determinante para os valores de K_c observados.

PALAVRAS-CHAVE: *Vigna unguiculata*, evapotranspiração da cultura, coeficiente de cultura

WATER CONSUMPTION OF THE COWPEA IN THE SUBMEDIA OF THE SÃO FRANCISCO VALLEY

ABSTRACT: The knowledge of the water consumption in the different stages of development of the cultivated plants allows that the administration of the irrigation is done in a more rational. This work had as objective of this study was to determine the water consumption of cowpea in the Sub-Middle

¹ Bolsista PIBIC, Graduando Eng. Agrônoma, Depto de Tecnologia e Ciências Sociais, UNEB, Av. Edgard Chastinet, SN, São Geraldo, 48900-000, Juazeiro, BA. Fone: (74) 3611 7362. Email: rodrigossilva_rafael@hotmail.com

² Bolsista FAPESB, Graduanda Eng. Agrônoma, Depto de Tecnologia e Ciências Sociais, UNEB, Juazeiro, BA.

³ Bolsista PIBIC, Graduando Eng. Agrônoma, Depto de Tecnologia e Ciências Sociais, UNEB, Juazeiro, BA.

⁴ Doutora, Professora, Depto de Tecnologia e Ciências Sociais, UNEB, Juazeiro, BA.

⁵ Graduando Eng. Agrônoma, Depto de Tecnologia e Ciências Sociais, UNEB, Juazeiro, BA.

⁶ Mestrando, PPHI, Depto de Tecnologia e Ciências Sociais, UNEB, Juazeiro, BA.

region of the São Francisco Valley. The experiment was conducted from November 2016 to January 2017 in the experimental area DTCS / UNEB in Juazeiro, BA. Cowpea beans: Canapu and BRS Acauã were used. The evapotranspiration of the crop (ET_c) was obtained from daily readings in evapotranspirometers and the reference (ET_o) by the Penman-Monteith method. The coefficient of culture (K_c) was determined by the ratio $K_c = ET_c / ET_o$. Mean ET_c for the entire Canapu cycle was 6.0 mm dia⁻¹, reaching daily maximum values of 10.9 mm day⁻¹; For BRS Acauã, 5.6 mm dia⁻¹, with daily maximum values up to 8.9 mm dia⁻¹. The K_c values of Canapu ranged from 0.49 for stadium IV to 1.24 for stadium III; For BRS Acauã, 0.55 at stadium I at 1.31 at stadium III. The greater vegetative development of Canapu, comparing to BRS Acauã, contributed to higher water consumption of this crop. The atmospheric demand in stages III and IV determined the K_c values observed.

KEYWORDS: *Vigna unguiculata*, of culture evapotranspiration, of culture coefficient

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) é uma leguminosa de ciclo curto adaptável as mais variadas condições edafoclimáticas. Possui baixa exigência hídrica e apresenta grande potencial de produção na região Nordeste. Apesar disso, sua produtividade ainda é baixa (462 kg ha⁻¹), por ser tradicionalmente cultivado na forma de sequeiro (Santos, 2011). Esta realidade pode ser contornada com adoção de tecnologia que possibilite a elevação média da produtividade (Didonet, 2005; François, 2012; Mousinho et al., 2008). Neste contexto, a irrigação apresenta-se como uma técnica capaz de melhorar o índice de produtividade, pois, a disponibilidade hídrica plena permite o vegetal expressar todo seu potencial produtivo, na medida em que é benéfica aos processos fisiológicos e metabólicos.

A preocupação com a escassez de recursos hídricos e a crescente demanda por alimentos, vem exigindo um eficiente uso da água nos processos em que este insumo é indispensável como é o caso da irrigação. Portanto, conhecimentos a cerca da evapotranspiração da cultura (ET_c) tornam-se uma das principais informações para o planejamento do uso da água em sistemas de cultivo irrigado, visando sua otimização (SILVA et al., 2016).

O conhecimento da ET_c e do coeficiente de cultivo (K_c) são fundamentais para se outorgar, dimensionar e manejar a irrigação de uma cultura e, uma vez que esses valores variam conforme a disponibilidade energética do local, variedade e idade da planta é importante à obtenção de valores regionalizados (Silva et al., 2006). Allen et al. (1998), recomendam que os valores de K_c e da duração dos estádios da cultura sejam ajustados por meio de experimentos

para cada região, de acordo com a variedade plantada, condições climáticas e as técnicas de cultivo utilizadas. Ferreira et al. (2011), destacam que a apropriação de estimativa do consumo hídrico obtidos em outras regiões pode gerar erros consideráveis, subestimando ou superestimando a demanda hídrica da cultura. No caso da cultura do feijão, Monteiro et al., (2010) relatam que, o manejo de irrigação adequado da cultura para atender à sua demanda hídrica é um fator importante pois, devido ao curto período de seu ciclo, a estiagem ou o excesso de água podem afetar severamente o crescimento e produção da cultura.

A carência de informação das reais necessidades hídricas do feijão ainda é grande, podendo variar de uma localidade para outra, necessitando, portanto de estudos regionais para dar suporte a produtores interessados no cultivo desta leguminosa. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo, determinar o consumo hídrico do feijão caupi para a região do Submédio do Vale do São Francisco.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida de novembro de 2016 a janeiro 2017 no campo experimental do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais - DTCS da Universidade do Estado da Bahia – UNEB, em Juazeiro (Lat. 09° 24' 50" S; Long. 40° 30' 10" W; Alt. 368 m). O solo da área experimental, de acordo com o Laboratório de Análises de Solo, Água e Calcário - LASAC do DTCS/UNEB é classificado como Neossolo Flúvico.

Foram utilizados dois genótipos de feijão caupi: Canapu e BRS Acauã. Adotou-se sistema de plantio direto, com semeadura realizada no dia 01 de novembro de 2016. O espaçamento adotado foi de 0,50 m entre linhas e 0,20 m entre plantas; sistema de irrigação utilizado gotejamento, com gotejos espaçados em 0,20 m.

Para a determinação da evapotranspiração da cultura (ETc) foram realizadas leituras diárias em dois evapotranspirômetros de lençol freático constante (5,0 m² e 1,30 m de profundidade), instalados no centro da área experimental. A evapotranspiração de referência (ETo) foi determinada com base em dados obtidos na estação meteorológica automática, localizada em frente a área experimental, utilizando o método de Penman-Monteith parametrizado pela FAO (Allen et al., 1998):

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta(Rn - G) + \frac{\gamma 900 U_2 (e_s - e_a)}{t + 273}}{\Delta + \gamma(1 + 0,34 U_2)} \quad (1)$$

Em que:

Rn- radiação líquida total diário ($\text{MJ m}^{-2}\text{d}^{-1}$);

G - fluxo de calor no solo ($\text{MJ m}^{-2}\text{d}^{-1}$);

γ - parâmetro psicrométrico ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$);

U₂- velocidade do vento a 2 m de altura (m s^{-1});

e_s - pressão de saturação de vapor (kPa);

e_a- pressão parcial de vapor (kPa);

T - temperatura média do ar ($^\circ\text{C}$);

Δ - declividade da curva de pressão de vapor em relação à temperatura do ar ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$).

O coeficiente de cultura (kc) foi determinado pela relação entre a evapotranspiração da cultura (ET_c) e a evapotranspiração de referência (ET_o), conforme Doorenbos & Pruitt (1977):

$$Kc = \frac{ETc}{ETo}$$

O período de desenvolvimento da cultura foi dividido em quatro estádios conforme proposto por Allen et al. (1998), inicial (I): do plantio até 10% de cobertura do solo; vegetativo (II): do final do estágio inicial até 80% de cobertura do solo; reprodutivo-florescimento e enchimento de grãos (III): de 80% de cobertura do solo até o início da maturação; final (IV): do início da maturação até a colheita.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no acompanhamento dos estádios fenológico do feijão caupi, determinou-se o número de dias para cada fase da cultura (Tabela 1). O ciclo total dos genótipos BRS Acauã (63 dias) e Canapu (70 dias) diferiram daquele encontrado por Silva et al. (2016), para cultivar Potiguar em Apodi, RN (78 dias); e daquele encontrado por Cavalcante Junior et al. (2015), para cultivar Riso do ano (75 dias).

Na Tabela 1 observar-se que para os dois genótipos de feijão caupi, a menor demanda hídrica da cultura ocorreu durante os estádios I e Final. Isso, devido o pouco desenvolvimento da planta no período inicial e conseqüentemente, menor área foliar, e no período final, senescência das folhas.

A maior demanda hídrica ocorreu na fase de enchimento de grão e máximo desenvolvimento vegetativo, sendo observados valores máximos da evapotranspiração da cultura de até 8,9 e 10,9 mm dia^{-1} , para os genótipos BRS Acauã e Canapu, respectivamente.

Para todo o período, a média foi de 5,63 e 6,0 mm dia⁻¹ e o total de 326,6 e 390 mm para os genótipos BRS Acauã e Canapu, respectivamente. Esses valores foram superiores aos encontrado por Lima et al. (2011), para o feijão caupi cultivado em sistema de sequeiro em Areia, PB; os autores encontraram para todo o ciclo fenológico, ETc média de 3,8 mm dia⁻¹ e total de 330,7 mm. Silva et al. (2016) verificaram consumo hídrico do feijão caupi, superior ao do presente estudo, 400,13 mm para as condições climáticas de Apodi, RN.

Os coeficientes de cultura (Kc) obtidos para as condições do experimento variaram de 0,55 a 1,31 para o genótipo BRS Acauã e 0,49 a 1,24 para o genótipo Canapu. Os valores de Kc observados nos estádios I e III para o genótipo BRS Acauã foram superiores àqueles apresentados por Doorenbos e Kassam (1979) - estádio I: 0,30 a 0,40; estádio II: 0,70 a 0,80; estádio III: 1,05 a 1,20; e estádio IV: 0,65 a 0,75. Por outro lado, nenhum dos valores de Kc encontrados para os diferentes estádios do genótipo Canapu, se encaixou dentro da faixa apresentada por Doorenbos e Kassam (1979), superestimando nos estádios I, II e III e subestimando no estádio IV. O valor do Kc encontrado no estádio IV (0,49) para o Canapu, representou cerca de 75,4% do valor do Kc mínimo (0,65) apresentado por Doorenbos e Kassam (1979) para esse estádio. Isso, certamente está associado, a senescência das folhas e maturação das vagens, representado pelo baixo valor da evapotranspiração da cultura (2,93 mm), bem como, a demanda atmosférica relativamente alta (Tabela 2), repercutindo em valores mais elevados da evapotranspiração de referência (ETo) nesse período (6,0 mm).

Os valores de Kc encontrados no presente estudo diferiram dos encontrados por Murga-Orrillo et al. (2016), para o feijão caupi, cultivar Novaera, sob as condições edafoclimáticas de Boa Vista, RR, cujo valores foram 0,42; 0,82; 1,60 e 0,79, para os estádios inicial, vegetativo, reprodutivo e final, respectivamente. Bastos et al. (2008), encontraram para as condições do vale do Guruguia-Piauí, Kc de caupi para a fase vegetativa variando de 0,80 a 1,10 e para a fase reprodutiva, variando de 1,10 a 1,40. Já Silva et al. (2016), estudando Kc do feijão caupi cultivado nas condições edafoclimáticas da Chapada do Apodi, RN, encontraram valores de 0,89; 0,96; 0,94 e 0,92, para as fases I, II, III e IV, respectivamente.

Segundo Silva et al. (2015), as diferenças nos valores de Kc em relação àqueles propostos na literatura podem ser atribuídas, à variedade utilizada e às condições locais do desenvolvimento da cultura, revelando a importância de se calibrar os coeficientes para condições específicas.

As condições climáticas registradas durante a condução do experimento, para cada estádio de desenvolvimento da cultura estão apresentadas na Tabela 2. Observa-se na tabela que em média, os valores de temperatura ficaram na faixa ideal para o desenvolvimento da

cultura do feijão, variando de 28,2 a 29,0°C para os diferentes estádios. Didonet et al. (2004), destacam temperaturas de 12 a 30°C como ótimas, entre a emergência e a maturação fisiológica. Os autores chamam a atenção que temperaturas acima ou abaixo da faixa recomendada para o feijão provocam decréscimo na produção de grãos.

Para o genótipo BRS Acauã, embora no estádio I, as condições de temperatura, radiação solar, umidade relativa e velocidade do vento tenham sido favorável para maior perda de água para atmosfera, o valor de ETC não foi tão elevado (Tabela 1), isso, como colocado anteriormente, devido o pouco desenvolvimento da cultura.

A precipitação pluviométrica ocorrida durante todo o ciclo da cultura foi de apenas 3 mm. Dentre os elementos meteorológicos, a precipitação é determinante para definir a época e forma de plantio de uma cultura, o excesso de chuvas durante o ciclo favorece a incidência de doenças, como citado por Souza et al., (2008).

Na Figura 1 observa-se a evolução dos coeficientes de cultura dos genótipos de feijão caupi ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura. Percebe-se claramente na figura, o aumento do Kc com o desenvolvimento da cultura, atingindo valores máximos no período que corresponde ao estádio reprodutivo e decréscimo, com o início da maturação das vagens. Observa-se ainda na figura, maiores valores de Kc do genótipo Canapu, comparado a BRS Acauã, isso, em função do maior desenvolvimento foliar do Canapu, conseqüentemente, maior número de estômatos, contribuindo para maior transferência de vapor d'água para a atmosfera.

CONCLUSÕES

O maior desenvolvimento vegetativo do Canapu em relação à BRS Acauã contribuiu para maior consumo hídrico da cultura.

Os valores de Kc do genótipo Canapu variaram de 0,49 para o estádio IV a 1,24 para o estádio III; para BRS Acauã, 0,55 no estádio I a 1,31 no estádio III.

A demanda atmosférica nos estádios III e IV foi determinante para os valores de Kc observados, demonstrando a importância da calibração para as condições climáticas locais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Roma: FAO, 1998. 301p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

BASTOS, E.; FERREIRA, V.; SILVA, C.; ANDRADE JÚNIOR, A. de. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do feijão-caupi no Vale do Gurguéia, Piauí. Irriga, Botucatu, v. 13, n. 2. p. 182-190, 2008.

CAVALCANTE JUNIOR, E. G.; MEDEIROS, J. F.; SOBRINHO, J. E.; ALVES, A. S.; MANIÇOBA, R. M. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do feijão-caupi em apodi, RN. In: **Inovagri international meeting**, Fortaleza, 2012.

DIDONET, A. D. Ecofisiologia e rendimento potencial do feijoeiro. In: Peloso, M. J. Del; Melo, L. C. (ed.) Potencial de rendimento da cultura do feijoeiro comum. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. Cap.1, p.9-37.

DIDONET, A. D.; SILVA, S. C. da. Elementos climáticos e produtividade do feijoeiro. **Informe Agropecuario**, v. 25, n. 223, p. 13–15, 2004.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Yield response to water. Rome: FAO, 1979. 193p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 33).

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. 2. ed. Rome: FAO, 1977. 179p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 24).

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. Guidelines for predicting crop water requirements. Rome : FAO, 1977. 194p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 24).

FERREIRA, V. M.; JUNIOR, A. A.; KLAR, A. E.; MORAIS, E. L. C.; BRAGA, D. L. Coeficientes de cultura para a melancia irrigada por gotejamento. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 40. 2011. Cuiabá. Geração de tecnologias inovadoras e o desenvolvimento do cerrado brasileiro: **anais**. Cuiabá: SBEA, 2011.

FRANÇOIS, T. Relações hídricas e trocas gasosas em plantas de feijão submetidas à irrigação deficitária. 2012. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) -Universidade Federal de Santa Maria Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, 2012.

LIMA, J. R. S.; ANTONINO, A. C. D.; LIRA, C. A. B. O.; SOUZA, E. S.; SILVA, I. F. Balanço de energia e evapotranspiração de feijão caupi sob condições de sequeiro. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.42, n.1, p.65-74, 2011.

MONTEIRO, P. F. C.; ANGULO FILHO, R.; MONTEIRO, R. O. C. Efeitos da irrigação e da adubação nitrogenada sobre as variáveis agrônômicas da cultura do feijão. Irriga, Botucatu, v. 15, n. 4, p. 386-400, 2010.

MOUSINHO, F. E. P.; ANDRADE JÚNIOR, A. de S.; FRIZZONE, J. A. Viabilidade econômica do cultivo irrigado do feijão-caupi no Estado do Piauí. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 30, n. 1, p. 139-145, 2008.

ORRILLO, H. M.; ARAUJO, W. F.; ROCHA, P. R. R.; SAKAZAKI, R. T.; DIONISIO, L. F. S.; VARGAS, A. R. P.; Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do feijão-caupi cultivado em solo do cerrado submetido à cobertura morta. *Irriga*, Botucatu, v. 21, n. 1, p. 172-187, janeiro-março, 2016.

SANTOS, C.A.F. Feijão-caupi BRS Acauã: cultivar de grão tipo canapu para o Vale do São Francisco. Embrapa Semiárido, Petrolina, 2011.

SILVA, C. M.; ALVES JÚNIOR, J.; SILVA, T. J. A.; FOLEGATTI, M. V.; CAMPECHE, L. F. S. M.; Variação sazonal na evapotranspiração de plantas jovens de lima ácida 'tahiti'. *Irriga*, Botucatu, v. 11, n. 1, p. 26-35, 2006.

SILVA, R. R.; SANTOS, I. M. S.; OLIVEIRA, G. M.; CARVALHO, A. R. P.; SNATOS JUNIOR, P. P.; GONÇALVES, I. S.; Evapotranspiração e coeficiente de cultura para melancia. *Bras. Agric. Irr.* v. 9, nº.6, Fortaleza, p.392- 399 , Nov - Dez, 2015.

SILVA, V. P. R.; SILVA, B. B.; BEZERRA, J. R. C.; ALMEIDA, R. S. R.; Consumo hídrico e viabilidade econômica da cultura do feijão caupi cultivado em clima semiárido. *Irriga*, Botucatu, v. 21, n. 4, p. 662-672, outubro-dezembro, 2016.

SOUZA, J. O.; GRANGEIRO, L. C.; SANTOS, G. M.; COSTA, N. D.; SANTOS, C. A. F.; NUNES, G. H. S. Avaliação de genótipos de cebola no semi-árido Nordeste. *Horticultura Brasileira*, v.26, p.97-101, 2008.

ZILLI, J. E.; VALICHESKIR, R.; RUMJANEK, N. G.; SIMÕES-ARAÚJO, J. L.; FREIRE FILHO, F. R., NEVES, M. C. P. Eficiência simbiótica de estirpes de *Bradyrhizobium* isoladas de solo do cerrado em caupi. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, n. 5, p. 811-818. 2006.

Tabela 1. Duração de cada estágio fenológico (dias) da cultura, média da evapotranspiração da cultura (ETc), média da evapotranspiração de referência (ETo) e coeficientes de cultura (Kc) para os diferentes estágios fenológicos do feijão caupi: BRS Acauã e Canapu, Juazeiro, BA, 2017.

Estádios	BRS Acauã				Canapu			
	Duração (dias)	ETc (mm dia ⁻¹)	ETo (mm dia ⁻¹)	Kc	Duração	ETc (mm dia-1)	ETo (mm dia-1)	Kc
I INICIAL	17	3,12	5,68	0,55	12	4,35	5,95	0,73
II VEGETATIVO	11	4,65	6,31	0,74	25	5,55	6,08	0,92
III REPRODUTIVO	23	7,57	5,83	1,31	28	7,27	6,08	1,24
FINAL	12	4,68	6,47	0,73	5	2,93	6,00	0,49
Total	63	-	-	-	70	-	-	-

Tabela 2. Temperatura média do ar (Tar), radiação solar global (Rg), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (Vv) e precipitação pluviométrica para os diferentes estágios fenológicos do feijão caupi: BRS Acauã e Canapu, Juazeiro, BA, 2017.

Estádios	BRS Acauã					Canapu				
	Tar (°C)	Rg (MJ m ² d ⁻¹)	UR (%)	Vv (m s ⁻¹)	Precipitação (mm)	Tar (°C)	Rg (MJ m ² d ⁻¹)	UR (%)	Vv (m s ⁻¹)	Precipitação (mm)
I	28,8	20,1	52,6	1,8	0,0	29,0	19,9	50,0	2,1	0,0
II	28,6	22,4	46,5	1,9	0,0	28,9	22,1	47,9	1,7	2,0
III	28,6	21,2	49,3	1,7	3,0	28,2	20,8	49,7	1,9	1,0
IV	28,2	21,6	48,5	1,9	0,0	28,3	19,5	49,5	1,8	0,0

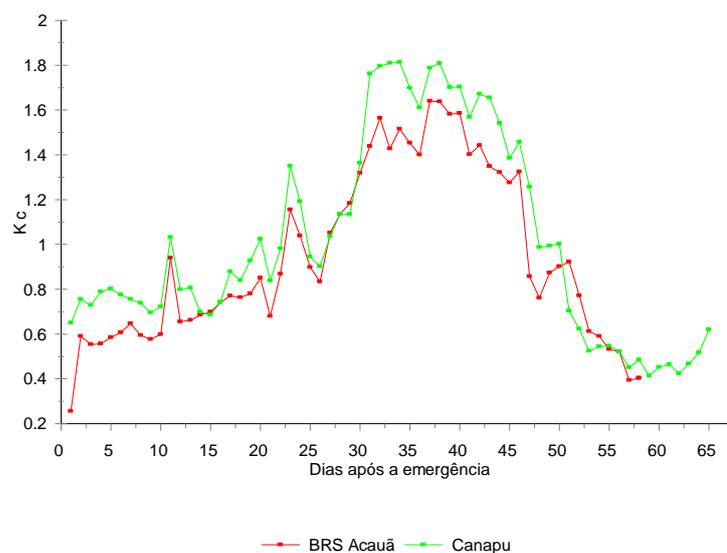


Figura 1. Evolução dos coeficientes de cultura dos genótipos de feijão caupi, BRS Acauã e Canapu, ao longo do ciclo da cultura.