

COEFICIENTES DE CULTURA PARA O MILHO E O ARROZ DE TERRAS ALTAS CONSORCIADOS COM BRAQUIÁRIA

SILVANDO C. DA SILVA¹, LUÍS F. STONE², JOSÉ A. ALVES MOREIRA², MARISA P. GOMES³, JANAINNA R. RIBEIRO⁴

¹Eng. Agrícola, Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás – GO, Fone: (0 xx 62) 3533-2125, silvando@cnpaf.embrapa.br, ²Eng. Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás - GO, ³Geógrafa, Analista, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás – GO, ⁴Graduanda em Geoprocessamento, Bolsista da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás - GO.

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

RESUMO: A integração agricultura-pecuária, utilizando a consorciação do milho ou do arroz de terras altas com a braquiária, tem um amplo potencial de adoção, pois além de cobrir, de forma parcial ou total, os custos da recuperação/renovação das pastagens com essas culturas, permite obter pastagem de boa qualidade e recuperar a fertilidade do solo. Contudo, para consolidar o sistema, necessita-se, entre outros fatores, do conhecimento dos coeficientes de cultura (Kc), visando à determinação do consumo de água dessas consorciações, como suporte para um zoneamento agroclimático. Utilizando a metodologia do balanço hídrico de campo, foi determinada a evapotranspiração e os coeficientes de cultura das consorciações de milho e arroz com braquiária, em Santo Antônio de Goiás, GO. As evapotranspirações médias das culturas do milho e do arroz consorciados com braquiária foram de, respectivamente, 3,8 e 3,4 mm d⁻¹. Os máximos valores do Kc obtidos pela evapotranspiração de referência estimada com base na equação de Penman-Monteith foram 1,30 para a consorciação milho e braquiária, entre o espigamento e os grãos em massa mole do milho, e 1,22 para a consorciação arroz e braquiária, entre a diferenciação da panícula e a floração do arroz.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays*, *Oryza sativa*, *Brachiaria sp.*

CROP COEFFICIENTS FOR CORN AND UPLAND RICE IN ASSOCIATION WITH *BRACHIARIA*

ABSTRACT: The agriculture-pasture integration, using maize or upland rice associated with *Brachiaria*, has an ample potential of adoption. In this integration it is possible, besides partial or total coverage of pasture recovery/renovation costs with these crops, to get pasture of good quality and to recover soil fertility. However, to consolidate this system, it is necessary, among others factors, to know crop coefficients (Kc) in order to determinate the water consumption of the crops involved in this integration, as support for a agroclimatic zoning. Crop evapotranspiration and Kc of corn and rice associated with *Brachiaria* were determinate by field balance method in Santo Antônio de Goiás, GO. The average evapotranspiration of corn and rice associated with *Brachiaria* were, respectively, 3.8 and 3.4 mm d⁻¹. The maximum values of the crop coefficient obtained by the reference evapotranspiration estimated based on the Penman-Monteith equation were 1.30 for maize and *Brachiaria* association, between corn ear and soft mass grain stages, and 1.22 for rice and *Brachiaria* association, between rice panicle differentiation and flowering.

KEYWORDS: *Zea mays*, *Oryza sativa*, *Brachiaria brizantha*

INTRODUÇÃO: Os sistemas agrícolas que associam a monocultura contínua ao uso de equipamentos inadequados de preparo do solo resultam em rápida degradação do solo. O

mesmo acontece quando se faz uso de pastagens constituídas de forrageiras exigentes em fertilidade, num regime extensivo de pastejo. Para aproveitamento dessas áreas, como alternativa de implantação de novas pastagens, têm-se utilizado forrageiras mais rústicas, como as do gênero *Brachiaria*. Entretanto, com o tempo, nem mesmo essas forrageiras têm conseguido bom desenvolvimento nesses solos, pois o consumo da massa verde pelo animal, a falta de reposição dos nutrientes, a acidificação do solo, a perda da matéria orgânica e a compactação do solo diminuem a eficiência das pastagens. Com isso, as pragas, plantas daninhas e, principalmente, a erosão hídrica, nos seus diversos estágios, passam a configurar a paisagem dessas pastagens. Dependendo do estágio de degradação das pastagens e, conseqüentemente, do índice de cobertura do solo, têm sido relatadas perdas do solo ao redor de $17 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (SANTOS, 1993). A partir desse cenário, como alternativa aos sistemas tradicionais de recuperação de pastagens e de melhoria do perfil do solo, tem-se utilizado o Sistema Integração Lavoura-Pecuária (KLUTHCOUSKI et al., 2000). Esse sistema consiste em técnicas de plantio de grãos em consórcio com a pastagem. Assim, em função da rápida aceitação desse sistema torna-se necessário o estudo do consumo de água dessa consorciação como suporte para um zoneamento agroclimático. Assim, o objetivo desse trabalho foi determinar os coeficientes de cultura para as consorciações milho e braquiária e arroz e braquiária.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi conduzido na área experimental da Embrapa Arroz e Feijão, município de Santo Antônio de Goiás, GO. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, com composição granulométrica de 614,4 g de argila, 77,8 g de silte e 307,8 g de areia kg^{-1} de solo. O experimento com milho consorciado com *Brachiaria brizantha* foi semeado em 02/12/2006 e o com arroz consorciado com *Brachiaria ruzizienses* em 12/11/2008. A cultivar de milho utilizada foi a AG 1051 e a de arroz foi a BRS Primavera. O milho foi semeado no espaçamento de 0,90 m e a braquiária foi semeada simultaneamente no espaçamento de 0,45 m, ou seja, na mesma linha e entre as fileiras do milho. O arroz foi semeado a 0,45 m e a braquiária foi semeada 20 dias após, entre as fileiras do arroz. Foi determinada, durante o ciclo do milho e do arroz consorciados com braquiária, a evapotranspiração em parcelas de 10 x 10 m, com duas repetições, utilizando a metodologia do balanço hídrico de campo, considerando a profundidade de solo de 1,70 m para o milho e 1,00 m para o arroz: $ET_c = P + I \pm D - R - \Delta A$, em que P é a precipitação pluvial, I é a irrigação, D é a drenagem profunda ou ascensão capilar, R é o deflúvio superficial e ΔA é a variação do armazenamento, todos expressos em mm. A precipitação foi registrada por pluviômetro instalado no experimento. A irrigação não foi necessária em virtude da adequada distribuição da precipitação pluvial. O deflúvio superficial foi considerado igual a zero, pois o solo é plano. O armazenamento de água no perfil do solo (A) foi calculado integrando valores de conteúdo de água até 1,70 m ou 1,00 m de profundidade. No experimento com milho consorciado, a umidade do solo foi determinada na camada de 0-0,20 m e a cada 0,10 m de incremento de profundidade, até 1,70 m, mediante o uso de uma sonda de nêutrons modelo CPN 503DR Hydroprobe, da Campbell Pacific Nuclear, EUA. No com arroz consorciado foi determinada a cada 0,10 m de incremento de profundidade, até 1,00 m, mediante o uso de uma sonda de capacitância modelo Diviner 2000 da Sentek Pty Ltd, Austrália. A variação no armazenamento (ΔA) foi calculada pela diferença entre os armazenamentos A_2 e A_1 , determinados nos tempos t_2 e t_1 , expressos em dia. No caso do milho consorciado, para o cálculo da drenagem interna ou ascensão capilar foi utilizada a equação de fluxo de Buckingham- Darcy: $q_z = -K(\theta) d\Phi/dz$, em que q_z é a densidade de fluxo da água no solo, em mm d^{-1} , $K(\theta)$ é a condutividade hidráulica do solo em função da umidade θ , em mm d^{-1} , e $d\Phi/dz$ é o gradiente de potencial total da água do solo, em m m^{-1} . No caso do arroz consorciado, a drenagem foi considerada igual a zero em razão do descarte de dias muito

chuvosos (acima de 30 mm) no cálculo da ETc. A estimativa dos coeficientes de cultura para os diferentes tratamentos foi feita de acordo com a fórmula: $Kc = ETc/ETo$, em que ETo foi determinada com base na equação de Penman-Monteith com os dados obtidos na estação agrometeorológica da Embrapa Arroz e Feijão, situada próxima à área experimental. Devido às chuvas intensas ocorridas no início do estudo com o milho consorciado (Figura 1), que prejudicaram o balanço hídrico, optou-se por adotar nesse período (17 dias) o valor de Kc igual a 1, conforme metodologia de ALLEN et al. (1998), considerando uma demanda evaporativa moderada e molhamento freqüente da superfície do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Nas Figura 1 e 2 podem ser visualizadas as precipitações pluviais ocorridas durante os estudos com milho e com arroz consorciados com braquiária. Observa-se que elas foram elevadas, 805,5 mm durante o ciclo do milho consorciado e 789,9 mm durante o do arroz consorciado, e bem distribuídas, não havendo necessidade de irrigação para manter a umidade do solo sem limitações para o desenvolvimento das culturas. A evapotranspiração acumulada durante a condução dos experimentos foi da ordem de 524,0 mm para a cultura do milho consorciado e de 375,4 mm para a do arroz consorciado (Tabelas 1 e 2), correspondendo a valores médios de 3,8 e 3,4 mm d⁻¹, respectivamente. A evapotranspiração média diária da cultura do milho consorciado variou entre 2,2 e 5,8 mm d⁻¹ dependendo do estágio, sendo o maior valor registrado no estágio compreendido entre o espigamento e grãos em massa mole do milho. OLIVEIRA et al. (1993) constataram máxima evapotranspiração e desenvolvimento radicular do milho nesse estágio. Para o arroz consorciado, a evapotranspiração média diária variou entre 2,6 e 4,2 mm d⁻¹, sendo o maior valor para o estágio compreendido entre a diferenciação da panícula e a floração do arroz. Para esse estágio, STONE et al. (2002) obtiveram o valor de 4,64 mm d⁻¹ para a consorciação. Os coeficientes de cultura (Kc) variaram de acordo com o estágio fenológico, apresentando maiores valores durante a fase reprodutiva, tanto no caso do milho como no do arroz consorciados (Tabelas 1 e 2). Os maiores valores de Kc foram 1,30 para o milho consorciado, entre o espigamento e os grãos em massa mole do milho, e 1,22 para o arroz consorciado, entre a diferenciação da panícula e a floração do arroz. ALLEN et al. (1998) relataram valores de Kc máximo e no final do ciclo do milho como sendo 1,20 e 0,35. Assim, no milho consorciado os valores correspondentes de Kc foram, respectivamente, 8% e 43% maiores. O maior acréscimo em Kc no final do ciclo do milho consorciado é explicado pela senescência dessa cultura, reduzindo o sombreamento da braquiária. O valor médio de Kc ao longo do ciclo do milho consorciado foi 9% maior que o observado para o milho solteiro por OLIVEIRA et al. (1993), que foi de 0,89. O máximo valor de Kc encontrado para o arroz consorciado foi ligeiramente menor que o relatado por STEINMETZ (1986) para o arroz solteiro, que foi de 1,24. STONE et al. (2002) verificaram que a evapotranspiração do arroz consorciado com braquiária foi 7,7 % maior que a do arroz solteiro, entretanto, nos estádios de maior desenvolvimento de área foliar do arroz, do início do perfilhamento ao final da floração, a perda de água por evapotranspiração foi menor na consorciação, provavelmente em razão da maior cobertura do solo e do sombreamento mútuo, além da menor evapotranspiração da braquiária em relação ao arroz.

CONCLUSÕES: A evapotranspiração média das culturas do milho e do arroz consorciados foram de, ~~respectivamente,~~ 3,8 e 3,4 mm d⁻¹, respectivamente. Os máximos valores do coeficiente de cultura obtidos pela evapotranspiração de referência estimada com base na equação de Penman-Monteith foram 1,30 para o milho consorciado, entre o espigamento e os grãos em massa mole do milho, e 1,22 para o arroz consorciado, entre a diferenciação da panícula e a floração do arroz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).
- KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, I. P. de; COSTA, J. L. da S.; SILVA, J. G. da; VILELA, L.; BARCELLOS, A. de O.; MAGNABOSCO, C. de U. **Sistema Santa Fé - Tecnologia Embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 38).
- OLIVEIRA, F. A. de; SILVA, J. J. S. e; CAMPOS, T. G. da S. Evapotranspiração e desenvolvimento radicular do milho irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 12, p. 1407-1415, dez. 1993.
- SANTOS, D. **Perdas de solo e produtividade de pastagens nativas melhoradas sob diferentes práticas de manejo em Cambissolo distrófico (epiálico) dos Campos da Mantiqueira (MG)**. 1993. 99 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.
- STEINMETZ, S. **Estudos agrometeorológicos na cultura do arroz**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1986. 11 p. (EMBRAPA. PNP Arroz. Projeto 001.80.002/8). Relatório final.
- STONE, L. F. et al. Consumo de água da consorciação arroz de terras altas-*Brachiaria brizantha* em comparação com o arroz solteiro. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p. 328-330. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).

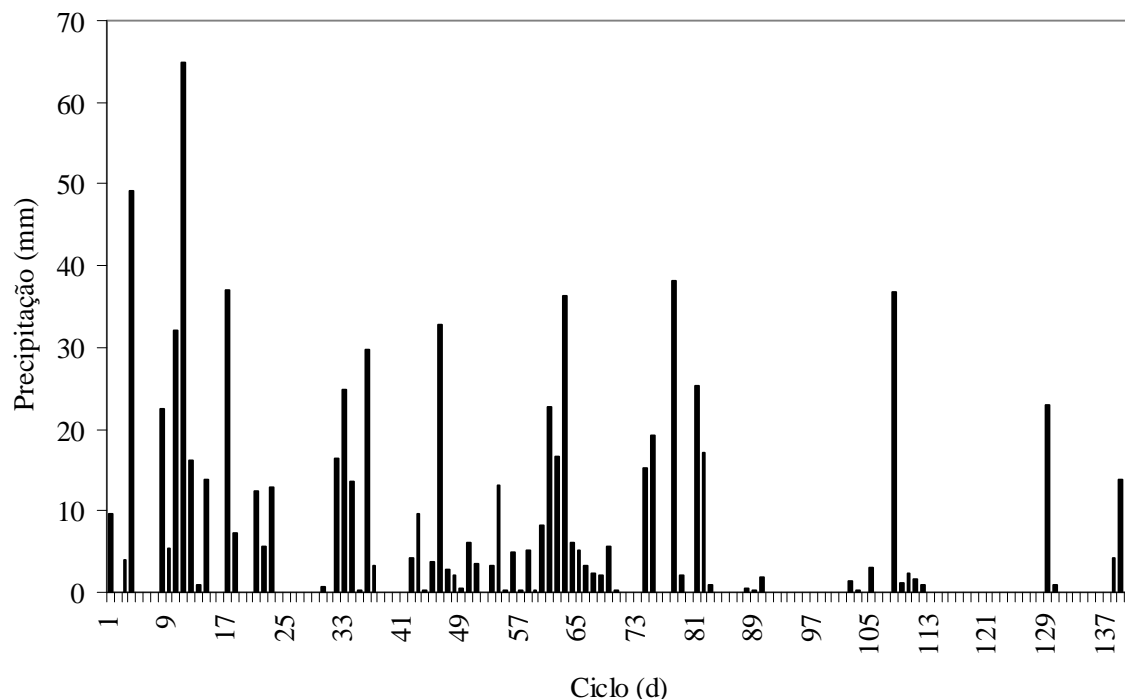


Figura 1. Precipitação pluvial durante o período de condução do estudo com o milho consorciado com braquiária.

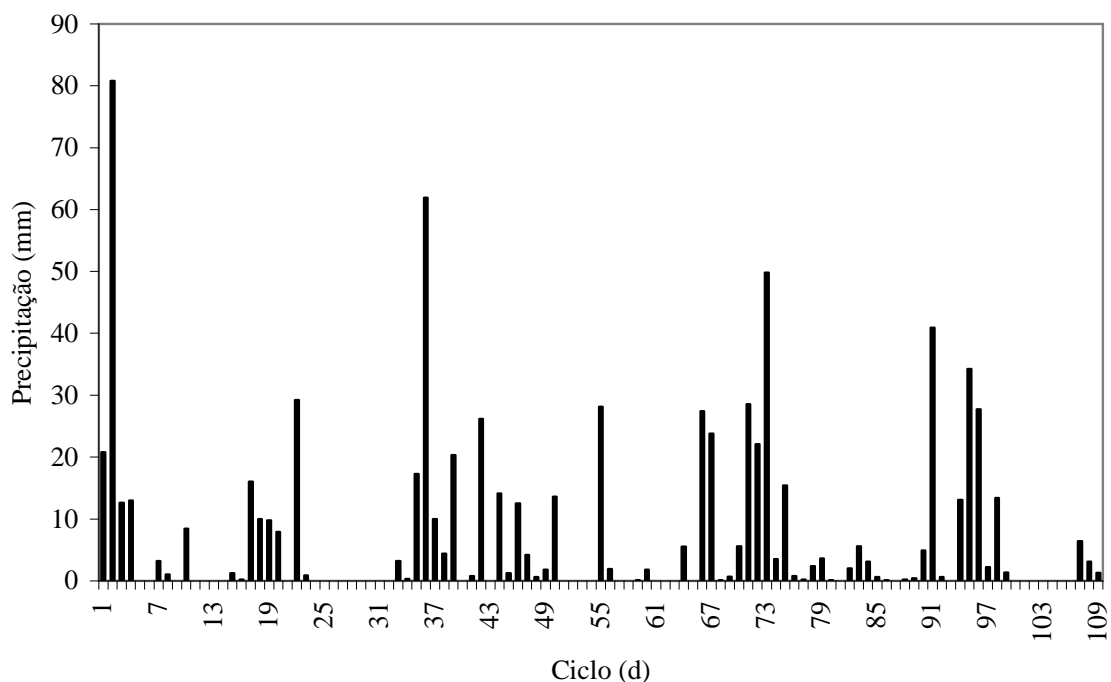


Figura 2. Precipitação pluvial durante o período de condução do estudo com o arroz consorciado com braquiária.

Tabela 1. Evapotranspiração e coeficientes de cultura da consorciação milho e braquiária em diferentes estádios do ciclo do milho.

Estádio ¹	Duração (d)	Evapotranspiração (mm)	Kc
Semeadura – 10 DAE	17	51,6	1,00
10 DAE – diferenciação do pendão (DP)	28	104,8	1,05
DP – espigamento (ES)	28	113,1	1,21
ES – grãos em massa mole (MM)	30	174,6	1,30
MM – maturação fisiológica	36	79,9	0,50
Ciclo	139	524,0	0,97

¹DAE – dias após a emergência.

Tabela 2. Evapotranspiração e coeficientes de cultura (Kc) da consorciação arroz e braquiária em diferentes estádios do ciclo do arroz.

Estádio	Duração (d)	Evapotranspiração (mm)	Kc
Semeadura – início do perfilhamento	22	56,5	0,60
Início do perfilhamento – diferenciação da panícula	40	149,4	0,95
Diferenciação da panícula - floração	25	105,9	1,22
Floração - colheita	23	63,7	0,86
Ciclo	110	375,4	0,91