

Determinação de Coeficientes de Cultura Para o Milho, Cultivado no Sistema Plantio Direto, Com Diferentes Níveis de Cobertura do Solo Pela Palhada

MOREIRA¹, J. A. A.; STONE¹, L. F., CARVALHO², M. T. M.

¹Embrapa Arroz e Feijão, Cx. Postal 179, 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO;

²Universidade do Estado do Pará, Núcleo VII, Departamento de Ciências Naturais.
jaloisio@cnpaf.embrapa.br

Revisão Bibliográfica – A irrigação constitui um processo contínuo, que vai desde a tomada de água até a distribuição da mesma para a cultura. Assim, todos os fatores intervenientes no processo devem estar ligados entre si e ter como objetivo final a produção agrícola. Entretanto, o processo, mesmo contínuo, apresenta duas fases com características próprias e bem definidas: a fase hidráulica e a fase agrícola. Dentro dessas duas etapas é possível estabelecer estratégias de ação com o objetivo de otimizar cada operação visando a redução dos custos de irrigação e o conseqüente aumento do retorno econômico. Assim, na fase agrícola, o consumo de água pela cultura, em função do percentual de cobertura do solo pela palhada no Sistema Plantio Direto (SPD), constitui informação importante que deve ser disponibilizada aos produtores que queiram otimizar o funcionamento dos equipamentos de irrigação. Ultimamente, a semeadura direta de culturas de grãos irrigados por aspersão na palhada da cultura anterior vem tendo aceitação cada vez maior na Região Central do Brasil. Essa é uma alternativa de manejo correto e sustentável de sistemas agrícolas intensivos. No SPD, o solo encontra-se protegido pela cobertura morta, o que aumenta a rugosidade da superfície. Assim, aliando-se o efeito da cobertura ao da maior estabilidade estrutural, a infiltração de água no solo sob SPD tem sido mais elevada que em outros sistemas de preparo, ocasionando menor perda de água por escoamento superficial (Castro et al., 1997). Outra característica hídrica importante do solo sob SPD é o seu maior armazenamento de água. Alguns trabalhos tem mostrado que, sob SPD, ocorre maior retenção de água pelo solo, principalmente em baixas tensões (Farias et al., 1985; Derpsch et al., 1991). Aliado ao aspecto armazenamento, fatores como temperatura e cobertura superficial têm garantido ao perfil do solo com menor revolvimento, em muitas situações, maiores conteúdos de água disponível para as plantas (Stone & Silveira, 1999). Pode-se deduzir, portanto, que o manejo da irrigação deve ser diferenciado no SPD em relação ao sistema de preparo convencional do solo.

Quantitativamente, o consumo de água pelas culturas fica determinado pela evapotranspiração, ou uso consuntivo, expresso em mm de altura de água na unidade do tempo. Em relação a cultura do milho, Jensen (1971) cita diversos valores de consumo de água determinados para diversos locais e períodos. Tolk et al. (1998), estudando o efeito do tipo de solo no uso de água pelo milho verificaram que solos diferentes requerem diferentes estratégias de manejo de água visando a maior eficiência de uso de água. Verifica-se, portanto, que o consumo de água pelas culturas varia com o solo, a época de plantio, com o local e com o ano. Por isso as informações sobre o consumo de água, obtidas em um dado local, basicamente só devem ser utilizadas para aquele local e para a época de plantio considerada. Em vista disso, o que se procura fazer é estabelecer uma relação entre a evapotranspiração máxima das culturas (ET_m) e a evapotranspiração potencial de um cultivo de referência (ET_o), a grama batatais (*Paspalum notatum* Flüge). O índice obtido dessa relação é denominado coeficiente de cultura (K_c). A utilização prática do K_c baseia-se no fato de existir uma estreita correlação entre a água evaporada de um tanque e a evaporação de uma cultura. Portanto, os dados médios de evaporação de um tanque (classe “A”), de um dado

local, associados com o coeficiente de cultura, podem estimar a demanda de água para as culturas. O valor do Kc das culturas aumenta de um valor mínimo na germinação até o valor máximo quando as culturas atingem o seu pleno desenvolvimento, decrescendo a partir da maturação. Sabe-se que não só as condições climáticas afetam o consumo de água e conseqüentemente o Kc das culturas. Segundo Urchei (1996), o tipo de solo bem como as práticas de manejo afetam o fornecimento de quantidades adequadas de água às plantas em seus diferentes estádios fenológicos. Assim, tem-se encontrado diferentes coeficientes de cultura em função do manejo a que é submetido o solo e a palhada. Stone & Silva (1999) determinando coeficientes de cultura no SPD, em lisímetros, verificaram que o valor mais elevado ocorreu dos 45 aos 54 dias após a emergência. Ao comparar este valor (1,06) com o valor máximo de Kc obtido por Steinmetz (1984), também em lisímetros, porém no sistema de preparo convencional, que foi igual a 1,28, observa-se que o SPD propiciou economia de água de cerca de 20%. Barros & Hanks (1993) observaram maior eficiência no uso de água e rendimento de grãos, provocados pela palhada em vários níveis de irrigação. A relação evapotranspiração/produktividade para cobertura morta foi linear e distinta do solo nu, indicando alterações na relação entre a evaporação da água do solo e transpiração. Os autores sugerem que aumentos na produtividade parecem estar relacionados com o efeito da cobertura morta em reduzir a evaporação da água do solo e aumentar a transpiração. Moreira et al. (1999), estudando quais níveis de cobertura do solo pela palhada influenciavam o número de irrigações e turno de rega, verificaram que a redução efetiva do número de irrigações e aumento do turno de rega ocorreu quando a palhada cobriu mais de 50% da superfície do solo. Fica evidente nesses experimentos que o consumo de água pela cultura foi influenciado pela manejo a que foi submetida a palhada. Pode-se deduzir, também, que o manejo da irrigação deve ser diferenciado no SPD em relação ao manejo a que é submetida a palhada na superfície do solo.

A palhada atua na primeira fase do processo de evaporação da água do solo, reduzindo a taxa de evaporação devido a reflexão de energia radiante. A taxa de redução depende da magnitude da cobertura morta e da arquitetura e dossel da planta cultivada. Assim, quando a palhada é pouca ou é decomposta rapidamente, e a cultura cobre rapidamente o solo, esse benefício não é tão expressivo. Esse trabalho teve por objetivo determinar coeficientes de cultura para o milho cultivado no SPD, com diferentes níveis de cobertura do solo pela palhada. **Material e Métodos** - O experimento foi conduzido em Latossolo Vermelho distrófico, textura argilosa (Embrapa 1994), localizado na Embrapa Arroz e Feijão, situada no município de Santo Antônio de Goiás, GO. Os tratamentos consistiram da determinação da evapotranspiração máxima (E_m) e conseqüentemente dos coeficientes de cultura (K_c) para a cultura do milho, cultivado no SPD, com três diferentes níveis de cobertura da superfície do solo, com a palhada de sorgo: N1 = sem cobertura, N2 = 50 % e N3=100% de cobertura. Para a determinação do nível de cobertura do solo foi utilizado o software SIARCS 3.0-Sistema de Avaliação de Raízes e Cobertura do Solo, desenvolvido pela Embrapa Instrumentação Agropecuária. Este software permite analisar e calcular os percentuais das coberturas do solo por intermédio de fotografias digitais. Assim, em cada parcela que ficou coberta, foram realizadas operações de retirada e, ou, reposição de palhada até se atingir os níveis (%) compatíveis com os tratamentos. Para a produção de palhada as áreas experimentais foram previamente cultivadas com sorgo, que foi manejado com herbicida dessecante durante o estágio reprodutivo. Para o cálculo da E_{Tc} foi utilizada a metodologia do balanço hídrico à campo por meio da determinação dos elementos que compõe a equação de conservação de massa: $E_{Tc} = P + I \pm D \pm R - \Delta h$, Onde, E_{Tc} corresponde à evapotranspiração máxima do milho, P à precipitação pluvial, I à irrigação, R ao deflúvio superficial, D à drenagem interna

e Δh à variação de armazenamento de água no solo, todos em mm. As irrigações foram medidas por meio de pluviômetros instalados na área experimental. O deflúvio superficial não foi considerado por se tratar de solo plano, irrigação controlada e cultivo no período outono-inverno, época de pouca ou nenhuma precipitação pluvial na região Centro-Oeste. Para o cálculo da drenagem interna foram utilizados os procedimentos de Hillel et al. (1972). Para determinar a variação do armazenamento de água no perfil foram feitas medidas de umidade do solo em camadas de 10 cm, da superfície até 100 cm de profundidade do solo, utilizando sonda de nêutrons. A estimativa dos coeficientes de culturas (K_c), para os diferentes tratamentos foi feita de acordo com a seguinte fórmula: $K_c = ET_c / ET_o$ onde: ET_c – evapotranspiração do milho máxima em mm dia^{-1} ; ET_o – evapotranspiração de referência em mm dia^{-1} , obtida com dados da estação agrometeorológica da Embrapa Arroz e Feijão.

A aplicação de água foi feita por meio de um sistema de irrigação por aspersão, tipo microaspersão. As linhas laterais com microaspersores foram dispostas entre as fileiras de plantio do milho. Durante o período experimental as irrigações foram feitas colocando água suficiente para reduzir a tensão da água do solo até o valor de 10 kPa, sempre que esta atingiu 25 kPa, valor estabelecido para o reinício da irrigação do milho (Moreira et al., 2000). A tensão da água do solo foi medida em tensiômetros por meio de um tensímetro digital. Os tensiômetros foram instalados ao lado das linhas de plantio das culturas na profundidade de 15 cm. A quantidade de água repostada ao solo em cada irrigação foi calculada com o auxílio da curva de retenção de água da área experimental. O experimento foi conduzido em parcelas de 5,0 x 4,0 m, com a cultivar de milho, AG 1051, própria para o consumo *in natura*.

Resultados e discussão – Na Figura 1 são mostradas as curvas ajustadas dos coeficientes de cultura em função do percentual de cobertura do solo e, do desenvolvimento do milho. Os ajustes proporcionaram as seguintes equações $K_c = -0,0003d^2 + 0,0477d - 0,5591$, ($R^2 = 0,80$); $K_c = -0,0003d^2 + 0,0394d - 0,3835$, ($R^2 = 0,84$) e, $K_c = -0,0003d^2 + 0,0393d - 0,4681$, ($R^2 = 0,72$), para 0, 50, e 100% de cobertura do solo, respectivamente. Os ajustes proporcionados pelas equações permitem a obtenção dos pontos de máximo consumo hídrico, o que se dá no período reprodutivo, entre 65, 66 e 79 dias após a emergência, o que corresponde aos K_c s de 0,91, 0,92 e 1,25 para os níveis de 100, 50 e 0 % de cobertura, respectivamente. A vantagem de se usar diferentes coeficientes de cultura para diferentes níveis de cobertura do solo reside no fato que, quanto mais coberto o solo menor o consumo de água de irrigação e gasto de energia elétrica, devido, principalmente à diminuição das perdas de água por evaporação à partir da superfície do solo. Observa-se por exemplo, em relação ao tratamento 0% de cobertura, uma redução de 35,9 % no consumo de água quando o feijoeiro é cultivado em solo com 50% de cobertura. Quando se compara o tratamento 100% com o tratamento 0% o percentual de redução do consumo de água esta em torno de 37 %. Assim, fica evidenciado que a taxa de redução do consumo de água de irrigação depende de quanto a palhada cobre a superfície do solo. **Conclusões** - O manejo da irrigação do milho no SPD deve ser feito utilizando diferentes coeficientes de cultura para diferentes percentuais de cobertura do solo pela palhada.

LITERATURA CITADA

- BARROS, L.C.G.; HANKS, R.J. Evapotranspiration and yield of beans as affected by mulch and irrigation. *Agronomy Journal*, Madison, v.85, p.692-697, 1993.
- CASTRO, O. M.; VIEIRA, S.R.; MARIA, I.C. Sistemas de preparo do solo e disponibilidade de água. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA, 1987, Campinas, SP. *Anais*. Campinas: Fundação Cargill, P. 27-51, 1987..

DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, V. Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistema de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. **Eschborn: GTZ**, 272 p., 1981.

FARIAS, G. S.; CASSOL, E. A.; MIELNICZUK, J. Efeito de sistemas de cultivo sobre a porosidade e retenção de água em um solo Laterítico Bruno-Avermelhado distrófico (Paleudult). **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.20, n.12, p.1389-1393, 1985.

HILLEL, D.; KRENTOS, V.D.; STILIANOU, Y. Procedure and test of internal drainage method for measuring soil hydraulic characteristics *in situ*. **Soil Science**, 114, p. 395-400, 1972.

JENSEN, M. E. Consumptive use of water and irrigation water requirements. New York, **American Society of Civil Engineers**, 215 p., 1973.

MOREIRA, J. A. A.; STONE, L.F.; PEREIRA, A.L. Manejo da irrigação do feijoeiro em plantio direto: cobertura do solo. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 2p. Embrapa Arroz e Feijão. **Pesquisa em Foco**, 26.

MOREIRA, J. A. A.; STONE, L.F.; SILVEIRA, P. M. da; GUIMARÃES, C. M. **Manejo da irrigação do milho no sistema plantio direto**: tensão da água do solo do solo. Santo Antônio de Goiás: Embrapa arroz e Feijão, 2000. 2p. (Embrapa Arroz e Feijão. Pesquisa em Foco, 36). STEINMETZ, S. Evapotranspiração máxima no cultivo do feijão de inverno. Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 1984. p.11. EMBRAPA – CNPAF, **Pesquisa em Andamento**, 47p.

STONE, L.F.; SILVA, S.C. da. Uso do tanque Classe A no controle da irrigação do feijoeiro no Sistema Plantio Direto. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 2p. Embrapa Arroz e Feijão. **Pesquisa em Foco**, 25.

STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. da. Efeitos do sistema de preparo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.1, p.83-91, jan. 1999.

TOLK, J. A.; HOWELL, T. A.; EVETT, S. R. Evapotranspiration and yield of corn grown on three high plains soils. **Agronomy Journal**, Madison, v.90, n. 4, p.447-454, 1998.

URCHEI, M.A. Efeitos do plantio direto e do preparo convencional sobre alguns atributos físicos de um Latossolo Vermelho-Escuro argiloso e no crescimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob irrigação. Botucatu : UNESP, 1996. 150p. Tese de Doutorado.

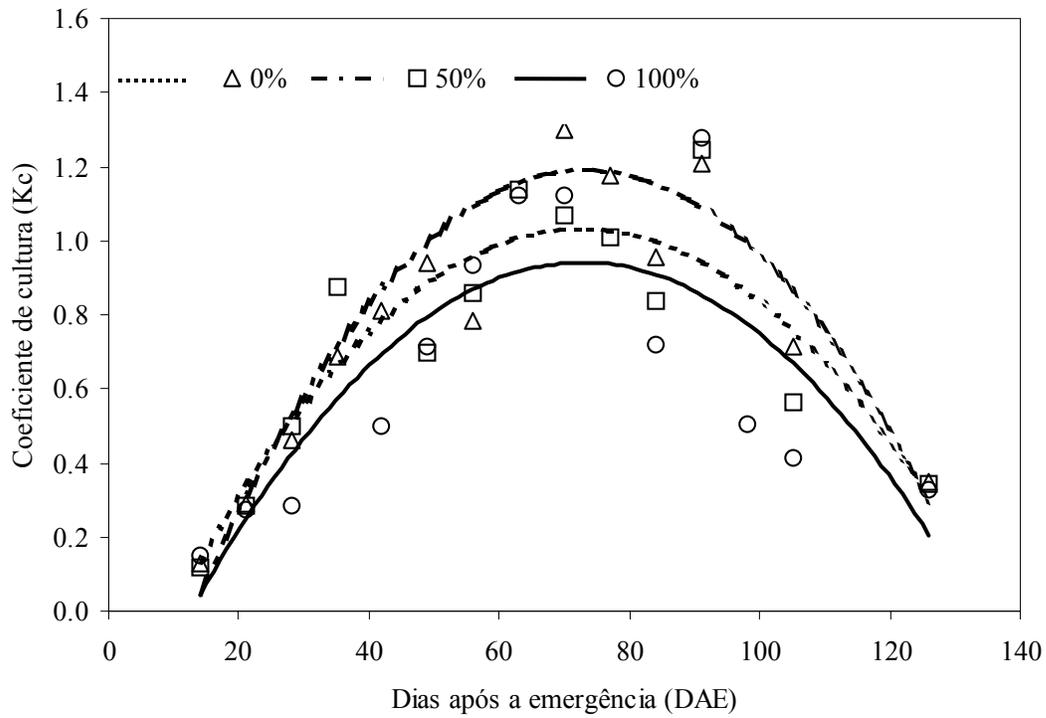


Figura 1. Coeficientes de cultura para o milho cultivado no SPD, com diferentes níveis de cobertura do solo pela palhada.