

# COEFICIENTE DE CULTURA DO TRIGO (CULTIVAR BRS 394) NO CERRADO DO DISTRITO FEDERAL

**JORGE CESAR DOS ANJOS ANTONINI**<sup>1</sup>; **Alexsandra Duarte de Oliveira**<sup>1</sup>; **Artur Gustavo Muller**<sup>1</sup>; **Klayton dos Santos Xavier**<sup>2</sup>; **Arthur Gabriel de Sousa Borettes**<sup>2</sup>; **Luis Ramon Morais Souza Silva**<sup>2</sup>; **Camila Xavier da Costa**<sup>3</sup>; **Altair Cesar Moreira de Andrade**<sup>4</sup>; **Nathalia Aparecida Silva Abreu**<sup>4</sup>; **Gabriella da Silva Pinto**<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Pesquisador. BR 020, Km 18, Planaltina - DF.. Embrapa Cerrados; <sup>2</sup>Estudante de graduação. Rodovia DF 128 - Km 21 S/N Zona Rural, Brasília - DF. Instituto Federal de Brasília; <sup>3</sup>Estudante de graduação. Rua 64, s/n - Esq. c/ Rua 11 - Parque Lago, Formosa - GO,. Instituto Federal de Goiás - Campus Formosa;

<sup>4</sup>Estudante de graduação. UnB Campus Universitário Darcy Ribeiro, - Asa Norte, DF, . Universidade de Brasília campus Brasília; <sup>5</sup>Estudante de graduação. UNB campus Planaltina - Vila Nossa Sra. de Fátima, Planaltina - DF. Universidade de Brasília campus Planaltina

## RESUMO

A produção de trigo no Brasil se desenvolve, principalmente, na região Sul e em parte do cerrado, da região Centro-Oeste, onde, apresenta potencial para expansão da produção em sistema irrigado. No entanto, é necessário disponibilizar parâmetros de manejo de irrigação adequados às condições edafoclimáticas do bioma. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é determinar o coeficiente de cultura (Kc) do trigo em área de cerrado no Distrito Federal. O experimento foi conduzido na Embrapa Cerrados, utilizando o cultivar BRS 394, numa área de 3888 m<sup>2</sup>, em parcelas constituídas por 28 linhas de 6 m de comprimento, espaçadas de 0,175 m, com três repetições. As irrigações foram realizadas quando 40% da capacidade de água disponível (CAD) do solo foi consumida pela cultura, na profundidade de 0,4 m. A umidade do solo foi monitorada diariamente com auxílio da sonda de nêutrons, nas profundidades de 0,10 m; 0,30 m e 0,50 m. A evapotranspiração da cultura (ETc) foi estimada a partir do balanço hídrico do solo realizado entre as irrigações. A evapotranspiração de referência (ETo) estimada pela equação original de Hargreaves-Samani. A análise de regressão entre Kc e dias após a emergência (DAE) resultou num polinômio quadrático, assim ajustado:  $Kc = -0,000268DAE^2 + 0,032979DAE + 0,392945$ . Alternativamente, pode-se utilizar o valor médio de Kc referente a cada estágio fenológico: Estabelecimento = 0,57; Perfilhamento = 0,97; Alongamento/emborrachamento = 1,28; Espigamento/Efloração = 1,39 e Enchimento de grãos = 1,08. Assim, conclui-se que o manejo de irrigação do trigo, com esses resultados, pode ser aperfeiçoado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Irrigação; manejo de água; evapotranspiração;;

## INTRODUÇÃO

A produção de trigo (*Triticum aestivum* L.) no Brasil se desenvolve, principalmente, na região Sul e numa pequena área de cerrado, da região Centro-Oeste, onde, apesar de não ter tradição com este cultivo, as lavouras irrigadas apresentam bom desempenho em produtividade e qualidade de grãos (Chagas et al. 2020). Segundo Ribeiro Júnior et al., 2007, o cerrado possui um potencial de 1,5 milhão de hectares para incorporar ao cultivo do trigo irrigado, o que torna a região, uma alternativa estratégica para o aumento da produção, no sentido do atendimento da demanda, atualmente, maior que a oferta (Conab, 2023).

Em sistemas de produção irrigados, o conhecimento do consumo de água da cultura é um dos principais fatores na realização do manejo correto da irrigação, aplicando água no momento adequado e na quantidade necessária para satisfazer a evapotranspiração da cultura (ETc). Ela depende de diversas variáveis ligadas ao clima, ao solo e à própria planta, por isso é um fator de difícil métrica, envolvendo equipamentos e aparatos sofisticados e caros para a sua determinação. No entanto, para uso de planejamento, dimensionamento e manejo de irrigação, existe um método de estimativa da ETc mais simples, realizado pela correlação da mesma com a evapotranspiração de uma cultura de referência (ETo), através da utilização do coeficiente de cultura (Kc) (Allen et al., 1998).

O Kc varia de acordo com a cultura, estádios de desenvolvimento e condições locais de clima. É determinado experimentalmente através de uma relação empírica  $ET_c/ET_o$ , em condição padrão, onde não há estresse da planta por restrições de água, fertilidade do solo ou ataque de pragas. A literatura apresenta alguns trabalhos de determinação do Kc do trigo na região do Cerrado (Kobayashi et al., 2018; Pereira et al., 2022). No entanto, para as condições edafoclimáticas do Distrito Federal, o trabalho encontrado foi realizado por (Guerra et al., 2003). Neste estudo os autores utilizaram o modelo de Penman-Monteith (Allen et al., 1998) para estimar a  $ET_o$  e a  $ET_c$  foi estimada pelo método do lisímetro, com cultivar de potencial produtivo abaixo dos novos, atualmente recomendados para o cultivo.

## OBJETIVOS

Com base no exposto, objetivou-se por meio deste trabalho, determinar o Kc do cultivar de trigo BRS 394, de alto potencial produtivo, para as condições edafoclimáticas no cerrado do Distrito Federal, estimando  $ET_c$  através do balanço de água no solo e a  $ET_o$  pelo modelo original de Hargreaves-Samani (Hargreaves; Allen, 2003).

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, ( $15^{\circ}35'30''$  S,  $47^{\circ}42'30''$  W e altitude de 1030 metros). Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima é do tipo Aw. Precipitação e temperatura média anual de 1.394 mm e  $20,7^{\circ}\text{C}$ , respectivamente. Solo caracterizado como Latossolo Vermelho Amarelo argiloso.

O experimento foi instalado em área de plantio direto com 3888 m<sup>2</sup>. A semeadura realizada em 21/05/2018, utilizando a cultivar BRS 394, na densidade de 315 plantas/m<sup>2</sup>. Foram individualizadas três parcelas para possibilitar a repetição de coleta de dados, constituídas por 28 linhas espaçadas de 0,175 m, com 6,0 m de comprimento. O manejo agrônômico da cultura foi feito de acordo com as recomendações técnicas da região. Utilizou-se um sistema convencional para aplicar as irrigações, realizada quando 40% da CAD foi consumida pela  $ET_c$ , na profundidade efetiva do sistema radicular de 0,4 metros. Após o plantio, foi realizada uma irrigação, com lâmina de água suficiente para elevar o perfil de controle ao nível da CAD. Após a emergência das plantas a umidade do solo foi monitorada diariamente, com auxílio da sonda de nêutrons, nas profundidades de 0,10 m; 0,30 m e 0,50 m. A definição dos estádios fenológicos foi realizada pelo acompanhamento de dez plantas marcadas por parcela, na frequência de três dias por semana, sendo utilizada a escala fenológica de Zadocks.

O coeficiente de cultura (Kc) foi determinado com base na relação  $ET_c/ET_o$  (Doorenbos; Kassam, 1979). A  $ET_c$  foi estimada a partir do balanço hídrico do solo, usando a equação simplificada:  $ET_c = R + I - Q - \Delta A$  (Reichardt; Timm, 2004), em que, R é a precipitação em mm; I é a lâmina de irrigação em mm; Q é a lâmina de água que sai (drenagem) ou entra (ascensão capilar) no perfil de controle, em mm; e  $\Delta A$  é a variação do armazenamento de água, em mm, no perfil de controle. Admitiu-se que, nas condições em que se desenvolveu o experimento, não houve nem uma restrição para o desenvolvimento da cultura.

Como o balanço hídrico se processou nos períodos compreendidos entre as irrigações, com ausência de chuva e por ser um solo profundo, considerou-se nula a ascensão capilar. Portanto, a equação do balanço hídrico foi resumida da seguinte forma:  $ET_c = \Delta A$

O armazenamento inicial ( $h_{zi}$ ) foi determinado em torno de 15 h após a aplicação da irrigação e o armazenamento final ( $h_{zf}$ ) imediatamente antes da irrigação seguinte. O armazenamento de água foi estimado pela regra trapezoidal (Libardi, 2005) de acordo com a equação:  $hz = [\theta(Z_{10}) + \theta(Z_{30}) + 0,5(\theta(Z_{50}))] \cdot Z$ , em que, hz é o armazenamento de água em mm na camada de 0-50 cm;  $\theta(Z_{10})$ ,

$\theta(Z30)$  e  $0,5(\theta(Z50))$  representam o teor volumétrico de água nas camadas 0-20 cm, 20-40 cm e 40-50 cm, respectivamente, em  $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ ; e  $\Delta Z$  é a espessura da camada de solo, representada pelos pontos de medição de  $\theta$ , fixados em 20 cm.

A variação no armazenamento de água entre as aplicações de irrigação ( $\Delta A$ ) foi determinada a partir da diferença entre as lâminas de água armazenadas no perfil de controle após aplicação da irrigação ( $h_{zi}$ ) e imediatamente antes da irrigação seguinte ( $h_{zf}$ ).

A  $E_{To}$  foi estimada pela equação original de Hargreaves-Samani, alimentada com os dados de temperatura, obtidos da estação meteorológica automática da Embrapa Cerrados, localizada a 500 m de distância do experimento, assim discriminada (Hargreaves; Allen, 2003):

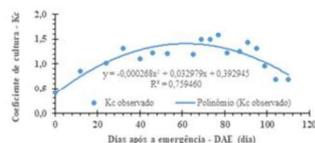
$E_{To} = 0,0023 \times R_a \times (T_{max} - T_{min})^{0,5} \times (T_{med} + 17,8)$ , em que,  $R_a$  é a radiação solar no topo da atmosfera ( $\text{mm dia}^{-1}$ ), calculada com base na latitude do local;  $T_{max}$  e  $T_{min}$ , respectivamente, temperatura máxima e mínima do ar ( $^{\circ}\text{C}$ );  $T_{med}$  é a temperatura média do ar calculada com base na média de  $T_{max}$  e  $T_{min}$ .

Os valores observados de  $K_c$ , obtidos entre os eventos de irrigação *versus* dias após a emergência (DAE), foram submetidos à análise de regressão (R CORE TEAM, 2016).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de regressão para a resposta de valores de  $K_c$ , em função dos dias após a emergência (DAE), resultou em melhor ajuste na equação polinomial quadrática, sendo os três coeficientes de ajuste altamente significativos ( $p < 0,01$ ). A curva e o modelo matemático do  $K_c$  do trigo, estimado durante o ciclo total da cultura, em função DAE, pode ser verificado na Figura 1. Observa-se, ainda, que a amplitude entre os valores do  $K_c$ , na fase inicial, é pequena e, à medida que o ciclo avança, os valores tendem a aumentar, atingindo valor máximo aos 60 DAE, ocasião em que começam a declinar gradativamente, até o final do ciclo. Os valores maiores foram observados no intervalo entre 50 a 72 DAE, o qual inclui o estágio de espigamento/floração. Nesta fase, o índice de área foliar, atinge valor máximo, contribuindo para o aumento da transpiração, refletindo em maior consumo hídrico da cultura (Taiz; Zeiger, 2010). Laaboudi et al., 2015), também observaram essa dinâmica do  $K_c$ , ao longo do ciclo, em várias regiões e climas diferentes.

Foram definidos os estádios fenológicos do cultivar de trigo BRS 394, com os seus respectivos períodos de duração na Tabela 1, onde se apresenta os valores médios de coeficientes de cultura, relativos ao ciclo completo e de cada estágio fenológico. Observa-se que o valor do  $K_c$  médio para o ciclo total foi de 1,12, muito próximo do indicado pela FAO de 1,15 (Allen et al., 1998). Os valores médios de  $k_c$  encontrados para as fases de estabelecimento, perfilhamento, alongamento/emborrachamento, espigamento/floração e enchimento de grãos foram 0,57; 0,97; 1,28; 1,39 e 1,08, respectivamente. Pode-se observar, ainda, que o maior valor médio de  $K_c$  foi no estágio de espigamento/floração. No entanto, para a mesma fase, Vieira et al. (2016) encontraram o valor de 1,01 e Laaboudi et al. (2015) o valor de 1,35. Essa diferença, entre os valores obtidos no estudo atual e pelos autores citados, está, principalmente, relacionada às condições climáticas das regiões em que a cultura se desenvolveu (Allen et al., 1998).



**Figura 1.** Relação entre coeficiente de cultura (Kc) e número de dias após a emergência (DAE) do trigo (cultivar 364), nas condições edafoclimáticas do Distrito federal.

**Tabela 1.** Duração dos estádios fenológicos do trigo (cultivar BRS 364) e respectivos valores inicial, final e médio do coeficiente de cultivo (Kc) para as condições edafoclimáticas do Distrito Federal

Estádio Fenológico	Duração (dia)	(Kc)		
		inicial (ad)	Final (ad)	Media (ad)
Estabelecimento	12	0,39	0,75	0,45
Perfilhamento	19	0,78	1,16	0,81
Alongamento/emborrachamento	21	1,17	1,38	1,21
Espigamento/florescimento	19	1,39	1,38	1,43
Enchimento de grãos	39	1,38	0,78	1,27
Total	110	-	-	1,16

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos sugerem que o coeficiente de cultivo do trigo, nas condições edafoclimáticas do Distrito Federal, pode ser estimado pelo polinômio quadrático ajustado da seguinte forma:  $Kc = -0,000268DAE^2 + 0,032979DAE + 0,392945$  ou, alternativamente, pode-se utilizar o valor médio de Kc referente a cada estágio fenológico da cultura: estabelecimento = 0,45; perfilhamento = 0,81; alongamento/emborrachamento = 1,21; espigamento/florescimento = 1,43; enchimento de grãos =

1,27. Assim, sugere-se que o manejo de irrigação do trigo, com esses resultados, pode ser aperfeiçoado.

## AGRADECIMENTOS

O estudo foi apoiado financeiramente pela Embrapa Cerrados e FAPDF (Edital 05/2016 FAP-DF) Projeto Estabelecimento do momento de irrigação e do coeficiente de cultivo do trigo cultivado na estação seca na região do Cerrado.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. 1998. **Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements**. Rome: FAO, pp. 300. (Irrigation and Drainage Paper, 56,).

CHAGAS, J. H.; SOBRINHO, J. S.; ALBRECHT, J. C.; FRONZA, V.; SUSSEL, A. A. B.; PIRES, L. F.; MIRANDA, M. Z. de. **Informações fitotécnicas das cultivares de trigo BRS 254, BRS 264 e BRS 394 para o sistema irrigado do Cerrado do Brasil Central**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2020. 37p. (Embrapa Trigo. Circular Técnica, 58).

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Análise mensal: trigo**. 2023. Available at: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-trigo/item/20226-trigo-analise-mensal-fevereiro-2023>>. [Accessed Abr. 18, 2023].

DOOREMBOS, J.; KASSAM, A. H. 1979. **Efectos del agua em rendimento de los cultivos**. Roma: FAO, pp.212. (Estúdio FAO. Riego y Drenage, 33).

GERRA, A. F.; RODRIGUES, G. C.; ROCHA, O. C.; EVANGELISTA, W. **Necessidades hídricas no cultivo de feijão, trigo, milho e arroz sob irrigação no bioma Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 15p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 100). ISSN 1676-918X.

HARGREAVES, G.H.; ALLEN, R.G. History and evaluation of Hargreaves evapotranspiration equation. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v.129, n.1, p.53-63, 2003.

KOBAYASHI, B. F.; VALERIANO, T. T. B.; OLIVEIRA, A. F.; SANTANA, M. J. de; BORGES, R. de M. Estimativa da evapotranspiração da cultura do trigo cultivado em Uberaba, MG. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.12, nº.5, p. 2923 - 2931, 2018 ISSN 1982-7679 (On-line)

LAABOUDI, A.; ALLAOUA, C.; HAFOUDA, L.; BALLAGUE, D.; SBARGOUD, S.; METERFI, J.; HERDA, F. 2015. Crop coefficient and water requirement for wheat (*Triticum aestivum*) in different climate regimes of Algeria. **International Journal of Agricultural Policy and Research**, 3(8): 328-336. <http://dx.doi.org/10.15739/IJAPR.057>

LIBARDI, P. L. 2005. **Dinâmica da água no solo**. São Paulo, pp.329.

PEREIRA, R. A. A.; SILVA, E. H. F. M.; GONÇALVES, A. O.; VIANNA, M. S.; SILVA, T. J. A.; FENNER, W.; VIEIRA, P. V. D.; MARIN, F R. Winter wheat evapotranspiration and irrigation requirements across tropical and sub-tropical producing regions in Brazil. **Theoretical and applied climatology**, v. 150, p. 1-14, 2022.

R CORE TEAM (2016). R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Available in: <<https://www.R-project.org>> (Accessed on June 10, 2023).

REICHARDT, K.; TIMM, L.C. 2004. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. Barueri: Manole, 478p.

RIBEIRO JUNIOR, W.Q.; ALBRECHT, J.C.; SILVA, M. 2007. Viabilidade do cultivo do trigo no Cerrado do Brasil Central. In: Faleiro, F.G.; Sousa, E.S. de. **Pesquisa, desenvolvimento e inovação para o Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, pp. 55-60.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2010. **Physiology**, 5.ed. Sunderland: Sinauer Associates Inc. Publishers, pp.782.

VIEIRA, P.V.D.; FREITAS, P.S.L. DE; SILVA, A.L.B.R. DA; HASHIGUTI, H.T.; REZENDE, R.; FARIA JUNIOR, C. A. 2016. Determination of wheat crop coefficient (Kc) and soil water evaporation (Ke) in Maringa, PR, Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, 44(11):4551-4558. 10.5897/AJAR2016.11377