

ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA E INFLUÊNCIA NO MANEJO DE IRRIGAÇÃO DO TRIGO

Jorge Cesar dos Anjos Antonini¹; Alessandra Duarte de Oliveira¹, Douglas Rodrigues de Jesus², Artur Gustavo Muller¹

RESUMO: O objetivo do estudo foi simular o manejo de irrigação do trigo, estimando a evapotranspiração de referência (ET_o) pelos métodos de Penman-Monteith FAO 56 (PM), Hargreaves Samani (HS) e pelo uso de médias históricas de dados climáticos estimados pelo método de Penman-Monteith FAO 56 (PM-TB), verificando a influência do modo de estimativa da ET_o, sobre o intervalo entre irrigações, lâmina aplicada por irrigação e lâmina total aplicada durante as fases do ciclo da cultura do trigo. O trabalho foi conduzido na Embrapa Cerrados, Planaltina, DF (15° 35' 30" S; 47° 42' 30" W e altitude de 1030m). O momento e lâmina aplicados foram simulados utilizando as referências obtidas para a cultivar de trigo BRS 394, com a metodologia do balanço de água no solo. A influência, das formas de estimativa de ET_o, no manejo da irrigação, foi verificada comparando os valores obtidos de intervalo entre irrigações (IEI), lâmina aplicada por irrigação (LAI) e lâmina requerida durante o período de desenvolvimento da cultura (LAT), correspondente às fases reprodutiva e de enchimento de grãos. As variáveis LAT, IEI e LAI podem ser obtidas, a partir da estimativa de ET_o por qualquer uma das formas de obtenção da ET_o (PM; HS e PM-TB). Esse resultado sugere que na época seca do ano (maio a setembro), pode-se utilizar o método de HS ou médias de dados históricos (PM-TB), nas condições edafoclimáticas de Planaltina-DF.

PALAVRAS-CHAVE: Manejo do trigo, Métodos, Hargreaves-Samani, Penman-Monteith FAO-56

ESTIMATION OF REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION AND INFLUENCE IN WHEAT IRRIGATION MANAGEMENT

ABSTRACT: The objective of this study was to simulate the irrigation management of wheat, estimating the reference evapotranspiration (ET_o) by the methods of Penman-Monteith FAO

¹ Pesquisadores da Embrapa Cerrados, e-mail: jorge.antonini@embrapa.br

² Estudante de graduação da Universidade Estadual de Goiás

56 (PM), Hargreaves Samani (HS) and by using historical averages of climate data estimated by the method by Penman-Monteith FAO 56 (PM-TB), verifying the influence of the ETo estimation mode, on the interval between irrigations, applied depth per irrigation and total applied depth during the phases of the wheat crop cycle. The work was conducted in Embrapa Cerrados, Planaltina, DF (15° 35' 30" S; 47° 42' 30" W and altitude of 1030m). The applied moment and depth were simulated using the references obtained for the wheat cultivar BRS 394, with the soil water balance methodology. The influence of the forms of estimating ETo in the irrigation management was verified by comparing the values obtained for the interval between irrigations (IEI), applied depth per irrigation (LAI) and required depth during the period of crop development (LAT), corresponding to the reproductive and grain filling stages. The variables LAT, IEI and LAI can be obtained from the estimate of ETo by any of the ways of obtaining ETo (PM; HS and PM-TB). This result suggests that in the dry season of the year (May to September), the HS method or historical data averages (PM-TB) can be used in the edaphoclimatic conditions of Planaltina-DF.

KEYWORDS: Wheat Management, Methods, Hargreaves-Samani, Penman-Monteith FAO-56

INTRODUÇÃO:

O Brasil ocupa lugar de destaque entre os maiores produtores de alimentos do mundo. A expectativa de crescimento da demanda em um ambiente com recursos naturais finitos e crescentes requerimentos legais ambientais, pressionam a produção agrícola pela busca contínua por processos mais intensivos e sustentáveis (EMBRAPA, 2018). O desafio é atender a demanda por produtos agropecuários, com maior produtividade, qualidade e de forma sustentável, para uma população 50% maior em 2050, sem aumentar a superfície cultivada e com a mesma ou menor disponibilidade de água e energia fóssil (BARROS et al., 2016).

O trigo se destaca como o segundo cereal mais produzido no mundo, logo atrás do milho (USDA, 2020). Trata-se de um produto essencial na base alimentar da maioria dos países. Está fortemente associado a diversas cadeias de suprimentos, com destaque para o setor alimentício. De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2019), entre 2009 e 2019, o Brasil cultivou uma área média de 2,2 milhões de hectares de trigo por safra, com produção média de 5,4 milhões de toneladas do grão, o que representa metade da média do consumo anual no mesmo período, correspondente a aproximadamente 11 milhões de toneladas.

A produção no Cerrado se beneficia da colheita do trigo em um período que antecede o ingresso da safra na região Sul e da Argentina (COELHO et al., 2011). Atualmente, a área de trigo irrigada no Brasil Central é de 106,6 mil hectares (CONAB, 2021). Ao considerar o tamanho desta área e a necessidade de obter altas produtividades, com racionalidade no consumo de água e energia, o manejo da irrigação torna-se fator preponderante. Ou seja, a aplicação de água, no momento e na quantidade adequada, para suprir o consumo da cultura, sem permitir a ocorrência do estresse hídrico (BERNARDO et al., 2019).

O ciclo de desenvolvimento da cultura de trigo pode ser dividido em três fases principais, que ocorrem em sequência: vegetativa, reprodutiva e enchimento de grãos (PIRES et al., 2011). Segundo Rodrigues et al., 1998, dentro da fase produtiva, os estádios mais sensíveis à deficiência hídrica, são o de folha bandeira seguido do estádio de antese. Frizzone & Olitta (1990) demonstraram que o trigo é bastante sensível ao déficit de água, tendo as maiores reduções no rendimento de grãos, quando o déficit hídrico ocorre entre o início do florescimento e estádio de grão leitoso.

Vários trabalhos foram desenvolvidos para determinar o momento adequado de se processar as irrigações, bem como, a estimativa da lâmina de água a ser aplicada. Alguns se basearam em níveis de tensão de água no solo (GUERRA et al., 1994; FRIZZONE et al., 1996; MOREIRA et al., 1998; SILVA et al., 1999). Outros se basearam no balanço de água no solo (RESENDE & ALBUQUERQUE, 2002; PREVEDELLO et al., 2007).

O método do balanço de água, pode ser utilizado com bons resultados, através da estimativa diária da evapotranspiração da cultura (ET_c). Para usá-lo, é necessário que se obtenham os valores de precipitação pluvial (P), evapotranspiração de referência (ET_o), coeficiente de cultura (K_c), capacidade de água disponível no solo (CAD) e informações sobre o nível de esgotamento permitido da água do solo, em função da fase de desenvolvimento da cultura (U_c) (RESENDE & ALBUQUERQUE, 2002).

A ET_c é, comumente, estimada pelo produto entre ET_o e K_c, sendo, os valores deste último, determinados, para cada cultura e região, através da pesquisa. Segundo Allen et al. (1998) a ET_o depende somente dos elementos do clima. Expressa o poder de evaporação da atmosfera de um local e tempo específico e não leva em consideração as características da cultura e fatores do solo. O método de Penman-Monteith é recomendado pela FAO para o cálculo da ET_o. É o melhor método a se utilizar, no entanto exige muitos dados climáticos, o que limita o seu uso a nível de propriedade. Uma alternativa é utilizar métodos que usam dados de fácil obtenção e em pequena quantidade ou, ainda, utilizar médias históricas de dados climáticos (PEREIRA et al., 1997; REZENDE & ALBUQUERQUE, 2002).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi simular o manejo de irrigação do trigo, estimando a ETo pelos métodos de Penman-Monteith FAO 56, Hargreaves Samani e pelo uso de médias históricas de dados climáticos para o método de Penman-Monteith FAO 56, verificando a influência do modo de estimativa da ETo, sobre o intervalo entre irrigações, lâmina aplicada por irrigação e lâmina total aplicada durante às fases reprodutiva e de enchimento de grãos da cultura do trigo.

MATERIAL E MÉTODOS:

O estudo foi conduzido na área experimental da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF (Latitude: 15° 35' 30" S; Longitude: 47° 42' 30" W; Altitude: 1030 metros). Segundo classificação climática de Köppen, o clima da área é do tipo tropical Aw, caracterizado pela ocorrência de temperaturas médias superiores a 18°C no mês mais frio. A precipitação média anual é de 1.345 milímetros, sendo 87% distribuída entre os meses de outubro a março e 13% distribuída no período de maio a setembro. A temperatura média anual de 21,8°C (SILVA et al., 2017). O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo (SANTOS et al., 2013).

O trabalho consistiu em simular o manejo de irrigação de um cultivo de trigo, utilizando-se o cultivar BRS 394, com plantio na densidade de 315 plantas por metro quadrado. A metodologia, utilizada no manejo, foi o balanço de água no solo, no perfil correspondente a profundidade efetiva do sistema radicular, estimada em 0,4 metros. O momento de irrigação foi estabelecido em função do fator de disponibilidade de água (f), considerando a fase e o estágio de desenvolvimento da cultura. Na fase vegetativa utilizou-se $f = 0,1$ e $0,2$ para os estádios de estabelecimento e perfilhamento, respectivamente. Nas demais fases, reprodutiva e enchimento de grãos, foi utilizado $f = 0,4$. A lâmina aplicada, em cada irrigação, foi a requerida para elevar a umidade do solo à capacidade de campo (Cc). Esta lâmina de água foi estimada, através do somatório dos valores obtidos, diariamente, relativos ao produto $ETo \times Kc$, calculados nos intervalos entre irrigações. O coeficiente de cultivo (Kc) foi definido como inicial, no período entre a germinação e o final da fase de estabelecimento da cultura (BERNARDO et al., 2019). No restante do ciclo, o Kc diário foi estimado de acordo com Guerra et al. (2003), pelo modelo polinomial quadrático representado pela equação 1.

$$Kc = -0,0004 \times DAE^2 + 0,0503 \times DAE + 0,0122 \quad (1)$$

Em que, DAE - Dias após a emergência da planta (dia).

Foram estabelecidos três tratamentos, relativos a forma de estimativa da ETo, representados por PM (estimativa de ETo pela equação de Penman-Monteith FAO 56); HS

(estimativa de ETo pela equação de Hargreaves Samani) e PM-TB (estimativa pela média, a cada cinco dias, da ETo, de uma série histórica de 39 anos (1974 a 2012), estimada pela equação de Penman-Monteith FAO 56.

A influência, das formas de estimativa de ETo, no manejo da irrigação, foi verificada comparando os valores obtidos de intervalo entre irrigações, lâmina aplicada por irrigação e lâmina requerida durante o período de desenvolvimento da cultura, correspondente às fases reprodutiva e de enchimento de grãos. As simulações foram estabelecidas para o período de dez de maio a oito de setembro, durante cinco anos (2015 a 2019). Os dados utilizados nos modelos de estimativa da ETo, foram registrados por uma estação meteorológica automática, tipo Campbell Sci., da Embrapa Cerrados. O delineamento estatístico adotado foi inteiramente casualizado.

Para a operacionalização do manejo de irrigação foi utilizado a planilha eletrônica do Excel, utilizando como dados de entrada os atributos físico-hídricos do solo, o coeficiente de cultivo e os registros diários, de chuva e ETo, possibilitando, de forma rápida, definir o manejo de irrigação (momento adequado da irrigação e o quanto de água a aplicar).

No final do período de irrigação da cultura, 100 dias após a emergência, foram totalizados os valores de intervalo médio entre irrigações, lâmina média aplicada por irrigação e lâmina total aplicada no período correspondente às fases reprodutiva e de enchimento de grãos. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. A análise do efeito dos tratamentos, sobre os valores totalizados, foi feita comparando as sequências de pares de tratamentos, segundo os anos de simulação, pelo teste t-pareado (BARBETTA, 2006). Todos os testes foram analisados ao nível de 5% de probabilidade.

Para a obtenção da evapotranspiração de referência diária pelo Método de Penman-Monteith FAO 56 foi utilizada a equação 2 (ALLEN et al., 1998).

$$ETo = ((0,408.S.(Rn-G)) + (Y.(900/(T+273)).U_2.(e_s-e_a)))/(S+Y.(1+0,34.U_2)) \quad (2)$$

Em que, ETo - evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹); Rn - saldo de radiação à superfície da cultura (MJ m⁻² dia⁻¹); G - densidade do fluxo de calor do solo (MJ m⁻² dia⁻¹); T - temperatura do ar, a 2 m de altura (°C); U₂ - velocidade de vento a 2 m de altura (m s⁻¹); e_s - pressão de vapor de saturação (kPa); e_a - pressão parcial de vapor (kPa); S - declividade da curva de pressão de vapor de saturação (kPa °C⁻¹), e Y - coeficiente psicrométrico (kPa °C⁻¹).

Os valores diários de ETo, determinados pelo método de Hargreaves-Samani, foram obtidos pela equação 3, segundo metodologia de Pereira et al. (1997).

$$ETo = 0,0023 \times Ra(T + 17,8) \times (T_{m\acute{a}x} - T_{m\acute{i}n})^{0,5} \quad (3)$$

Em que, ETo = evapotranspiração de referência, (mm dia⁻¹); Ra = radiação solar no topo da atmosfera, (mm dia⁻¹); T = temperatura média diária, (°C); Tmax = temperatura máxima, (°C); Tmin = temperatura mínima, (°C).

A radiação solar, no topo da atmosfera (mm dia⁻¹), foi calculada com base na latitude do local, de acordo a metodologia apresentada por Allen et al. (1998).

Na opção de utilização de dados históricos, a Tabela 1 apresenta valores médios de ETo, a cada cinco dias, do período de 1974 a 2012, registrados pela estação meteorológica automática da Embrapa Cerrados e estimados pelo método de Penman-Monteith FAO 56 (ALLEN et al., 1998).

Tabela 1. Valores médios, a cada cinco dias, da evapotranspiração de referência, estimada pelo método Penman-Monteith FAO 56, de uma série histórica de dados (1974 a 2012), registrados pela estação meteorológica da Embrapa Cerrados.

Dias do mês	ETo média (mm dia ⁻¹)	Dias do mês	ETo média (mm dia ⁻¹)	Dias do mês	ETo média (mm dia ⁻¹)
01/jan a 05/jan	3,55	06/mai a 10/mai	3,47	03/set a 07/set	4,75
06/jan a 10/jan	3,77	11/mai a 15/mai	3,45	08/set a 12/set	4,92
11/jan a 15/jan	3,84	16/mai a 20/mai	3,25	13/set a 17/set	4,85
16/jan a 20/jan	4,02	21/mai a 25/mai	3,23	18/set a 22/set	4,74
21/jan a 25/jan	3,96	26/mai a 30/mai	3,29	23/set a 27/set	4,52
26/jan a 30/jan	3,91	31/mai a 04/jun	3,30	28/set a 02/out	4,51
31/jan a 04/fev	4,01	05/jun a 09/jun	3,32	03/out a 07/out	4,59
05/fev a 09/fev	3,89	10/jun a 14/jun	3,34	08/out a 12/out	4,46
10/fev a 14/fev	3,84	15/jun a 19/jun	3,39	13/out a 17/out	4,43
15/fev a 19/fev	3,98	20/jun a 24/jun	3,29	18/out a 22/out	4,19
20/fev a 24/fev	4,04	25/jun a 29/jun	3,32	23/out a 27/out	4,16
25/fev a 01/mar	3,83	30/jun a 04/jul	3,44	28/out a 01/nov	4,05
02/mar a 06/mar	3,87	05/jul a 09/jul	3,46	02/nov a 06/nov	3,85
07/mar a 11/mar	3,75	10/jul a 14/jul	3,57	07/nov a 11/nov	3,77
12/mar a 16/mar	3,68	15/jul a 19/jul	3,63	12/nov a 16/nov	3,85
17/mar a 21/mar	3,49	20/jul a 24/jul	3,77	17/nov a 21/nov	3,90
22/mar a 26/mar	3,63	25/jul a 29/jul	3,90	22/nov a 26/nov	3,81
27/mar a 31/mar	3,76	30/jul a 03/ago	4,07	27/nov a 01/dez	3,48
01/abr a 05/abr	3,56	04/ago a 08/ago	4,25	02/dez a 06/dez	3,82
06/abr a 10/abr	3,63	09/ago a 13/ago	4,26	07/dez a 11/dez	3,67
11/abr a 15/abr	3,54	14/ago a 18/ago	4,42	12/dez a 16/dez	3,57
16/abr a 20/abr	3,63	19/ago a 23/ago	4,54	17/dez a 21/dez	3,88
21/abr a 25/abr	3,66	24/ago a 28/ago	4,44	22/dez a 26/dez	3,78
26/abr a 30/abr	3,51	24/ago a 28/ago	4,44	27/dez a 31/dez	3,46
01/mai a 05/mai	3,50	29/ago a 02/set	4,77	-	-

Fonte: Antonini et al. (2021).

As características físico-hídricas do solo, determinadas no perfil correspondente a profundidade efetiva do sistema radicular do trigo, foram capacidade campo (Cc) 0,32 cm³ cm⁻³, ponto de murcha permanente (Pmp) 0,18 cm³ cm⁻³, densidade aparente (Ds) 1,13 g cm⁻³ e umidade do solo no início da irrigação da jornada de irrigação (Ua) 27,8 mm. Foi determinado a capacidade de água disponível no solo (CAD) 54,1 mm, umidade crítica do solo (Uc), indicativo do momento de irrigação, sendo seu valor, na fase vegetativa, nos estádios de estabelecimento e perfilhamento 48,7 mm e 43,3 mm, respectivamente e, nas fases produtiva e de enchimento de grãos 32,5 mm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Numa cultura em crescimento, sem deficiência nutricional e com controle fitossanitário, a evapotranspiração é controlada pela energia do meio, suas características e interação da demanda atmosférica com o suprimento de água. Assim, na Tabela 2, estão descritos os valores de parâmetros que associam a interação desses fatores como, a lâmina de água total aplicada, os valores médios de intervalo entre irrigações e a lâmina aplicada por irrigação, observados nas fases reprodutiva e de enchimento de grãos do trigo, relativos a cada tratamento e ano de simulação, bem como, os resultados da análise estatística, comparando a sequência de pares de tratamentos pelo teste t pareado ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Lâmina de água total aplicada (LAT), intervalo médio entre irrigações (IEI) e lâmina média de água aplicada por irrigação (LAI), durante a fase reprodutiva e enchimento de grãos, na simulação do cultivo do trigo, nos anos de 2015 a 2019, no Distrito Federal, utilizado a estimativa da evapotranspiração de referência pelos métodos de Penman-Monteith FAO 56 (PM), Hargreaves-Samani (HS) e pela média, para cada cinco dias, de dados históricos, estimados por Penman-Monteith FAO 56 (PM-TB).

Ano	LAT			IEI			LAI		
	PM (mm)	HS (mm)	PM-TB (mm)	PM (ud)	HS (ud)	PM-TB (ud)	PM (mm)	HS (mm)	PM-TB (mm)
2015	391,92	388,64	383,07	4,50	4,53	4,40	24,49	24,29	23,94
2016	420,64	419,54	386,13	4,13	4,25	4,33	24,74	24,68	24,13
2017	420,17	394,02	380,49	4,19	4,60	4,33	24,72	24,63	23,78
2018	367,03	389,79	361,95	4,31	4,36	4,42	24,47	24,36	24,13
2019	375,69	409,26	380,49	4,38	4,38	4,33	23,48	24,07	23,78
Média	395,09	400,25	378,43	4,30	4,42	4,36	24,38	24,41	23,95
Significância estatística do teste t pareado									
Modo de estimativa de ETo	PM	HS	PM-TB	PM	HS	PM-TB	PM	HS	PM-TB
PM	-	ns	ns	-	ns	ns	-	ns	ns
HS	Ns	-	*	ns	-	ns	ns	-	*
PM-TB			-			-			-

(*) Sequência de pares de tratamentos significativamente diferentes entre si; (ns) não significativo pelo teste t pareado ao nível de 5% de probabilidade.

Observa-se, na Tabela 2, que a lâmina de água total aplicada, variou com a forma de obtenção da ETo. No entanto, não houve diferença significativa ao se comparar os pares de tratamentos PM com HS e PM com PM-TB, mostrando que a ETo pode ser estimada, além do método padrão diário (PM), também, pelo método de HS e ainda pela utilização de dados climáticos históricos obtidos pelo método PM. Houve significância apenas, quando foi relacionado HS com PM TB ($p < 0,05$). Considerando-se a variável LAT, verifica-se que ao utilizar o método HS, os valores tendem a superestimar essa variável, enquanto que para PM TB, os valores tendem a subestimar. Segundo Palaretti et al. (2014), para o método HS existe a necessidade de ajustes locais para que a fórmula seja mais eficiente em sua estimativa de ETo.

Em relação ao intervalo entre irrigações (IEI), não foi observada diferenças significativas entre os pares de tratamentos avaliados ($p > 0,05$). Para a variável LAI não houve diferença significativa quando se utilizou o método de HS e PM-TB em comparação com PM, porém

quando se comparou os valores obtidos pelo método HS e PM-TB, observou-se diferença significativa.

No presente estudo, temos métodos empírico (HS) e combinados (PM e PM TB). Os combinados consideram os componentes resistência de cobertura e aerodinâmica e o balanço de energia. Os métodos empíricos permitem uma simplificação, o que possibilita, em muitos locais, a estimativa da ETo. Atualmente, com a grande densidade de estações meteorológicas automatizadas, existe a possibilidade de escolha de outros grupos de métodos, embora nossa referência seja o de PM.

Alguns métodos empíricos estimam muito bem, há sempre uma correlação significativa entre a ETo e algum elemento meteorológico (dependendo da escala de tempo). Pode ser uma solução prática e válida em algumas situações, onde não há medidas de todos os elementos climáticos (PEREIRA et al., 2013). Porém, os resultados podem variar em função do ambiente, com boas estimativas numa condição e inadequado em outras.

CONCLUSÃO

As variáveis lâmina de água total aplicada, intervalo entre irrigações e lâmina média de água aplicada por irrigação podem ser obtidas a partir da estimativa de ETo por qualquer uma das formas de obtenção da ETo (PM; HS e PM-TB). Esse resultado sugere que na época seca do ano (maio a setembro), pode-se utilizar o método de Hargreaves-Samani ou médias de dados históricos (PM-TB), nas condições edafoclimáticas de Planaltina-DF.

REFERÊNCIAS

- 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).
- ANTONINI, J. C. dos A.; FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A.; OLIVEIRA, A. D. de. **Recomendação Técnica do Manejo de Irrigação da Mandioca de Mesa no Distrito Federal**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2021.
- BARBETTA, P. A. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais**. 7ed. Florianópolis: UFSC, 2006.
- BARROS, I. de; MARTINS, C. R.; RODRIGUES, G. S.; TEODORO, A. V. **Intensificação Ecológica da Agricultura**. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2016. 31p.

BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D. D. da; SOARES, A. A.; **Manual de irrigação**. 9ed. Viçosa: UFV, 2019. 545p.

COELHO, M. A. O. et al. Expansão e cultivo da cultura do trigo em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v. 32, n. 260, p. 38-47, 2011.

CONAB. **Análise mensal**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-trigo/item/15575-trigo-analise-mensal-marco-2021>>. Acesso em: 24 nov. 2021.

CONAB. **Estoques**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/estoques>>. Acesso em: 5 dez. 2019.

EMBRAPA. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 212p.

FRIZZONE, J. A.; MELO JÚNIOR, A. V.; FOLEGATTI, M. V.; BOTREL, T. A. Efeito de diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada sobre componentes de produtividade da cultura de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, n. 6, p. 425-434, 1996.

FRIZZONE, J. A.; OLITTA, A. F. L. Efeitos da supressão de água em diferentes fases do crescimento e na produção do trigo. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 1, n. 1, p. 23-36, 1990.

GUERRA, A. F.; RODRIGUES, G. C.; ROCHA, O. C.; EVANGELISTA, W. **Necessidade hídrica no cultivo de feijão, trigo, milho e arroz sob irrigação no bioma cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 15p.

GUERRA, A. F.; SILVA, E. M. da; AZEVEDO, J. A. de. Tensão de água no solo: um critério viável para a irrigação do trigo na região do cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 4, p. 631-636, 1994

MOREIRA, J. A. A.; SILVEIRA, P. M. da; STONE, L. F. **Manejo da irrigação do trigo em plantio direto: tensão da água no solo**. Santo Antonio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. 2p.

PALARETTI, L. F.; MANTOVANI, E. C.; SEDIYAMA, G. C. Análise da sensibilidade dos componentes da equação de Hargreaves-Samani para a região de Bebedouro - SP. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 29, n. 2, p. 299-306, 2014.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração**. Campinas, SP: Fundag, 2013, 327p.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDYIAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba, SP: FEALQ, 1997, 183p.

PIRES, J. L. F.; CUNHA, G. R. da; DALMAGO, G. A.; PASINATO, A.; SANTI, A.; PEREIRA, P. R. V. da S. SANTOS, H. P. dos; SANTI, A. L. Integração de práticas de manejo no sistema de produção de trigo. In: PIRES, J. L. F.; VARGAS, L.; CUNHA, G. R. da (Eds). **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p. 77-114. 2011.

PREVEDELLO, C. L.; MAGGIOTTO, S. R.; LOYOLA, J. M. T.; DIAS, N. L.; BEPLER NETO, G. Balanço de água por aquisição automática de dados em cultura de trigo (*triticum aestivum* L.). **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 31, n. 1 p. 1-8, 2007.

RESENDE, M.; ALBUQUERQUE, P. E. P. de. **Métodos e estratégias de manejo de irrigação**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 10p.

RODRIGUES, O.; LHAMBY, J. C. B.; DIDONET, A. D.; MARCHESE, J. A.; SCIPIONI, C. Efeito da deficiência hídrica na produção de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 6, p. 839-846, 1998.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353p.

SILVA, E. M. da; AZEVEDO, J. A. de; GUERRA, A. F.; FIGUEREDO, S. F.; ANDRADE, L. M. de; ANTONINI, J. C. dos A. **Manejo de irrigação por tensiometria para culturas de grãos na região do cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1999. 60p.

SILVA, F. A. M.; EVANGELISTA, B. A.; MALAQUIAS, J. V.; OLIVEIRA, A. D.; MULLER, A. G. **Análise Temporal de Variáveis Climáticas Monitoradas entre 1974 e 2013 na Estação Principal da Embrapa Cerrados**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2017. 121p.

USDA. Production, Supply and Distribution. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/home>>. Acesso em: 17 mai. 2020.