

# ÉPOCA DE SUSPENDER AS IRRIGAÇÕES DA CULTURA DO TRIGO<sup>1</sup>

ANTONIO FERNANDO GUERRA<sup>2</sup> e JORGE CESAR DOS ANJOS ANTONINI<sup>3</sup>

**RESUMO** - O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do corte do suprimento de água ao trigo (cv. BR-12 Aruanã) aos 69, 77, 85, 95, 102 e 115 dias após o plantio, o que corresponde aos estádios de desenvolvimento de início da antese, cariopse aquosa, estado leitoso, estado de massa mole, estado de massa dura e cariopse dura, respectivamente, sobre o rendimento e seus componentes, e a qualidade dos grãos. Todas as parcelas experimentais foram irrigadas sempre que a tensão de água no solo, medida a 10 cm de profundidade, atingia valores de 48 kPa, até o estágio de desenvolvimento, em que houve a suspensão das irrigações de cada tratamento. Verificou-se uma redução significativa do rendimento de grãos nos tratamentos em que as irrigações foram suspensas antes que os grãos estivessem em estado de massa dura. Essa redução do rendimento foi causada pela redução do peso de 1.000 grãos e do peso por hectolitro. A suspensão das irrigações na fase de grãos em massa dura causou uma economia de 99 mm de água em relação ao tratamento irrigado até a fase de cariopse dura. A fase de grãos em estado de massa dura pode ser definida como aquela em que a maioria dos grãos cedem à pressão da unha, sem, contudo, romper-se.

Termos para indexação: tensão de água no solo, tensiômetro, água aplicada.

## TIME FOR STOPPING IRRIGATION ON WHEAT CROP

**ABSTRACT** - The objective of this study was to evaluate the effect of stopping water application on wheat (cv. BR-12 Aruanã) at 69, 77, 85, 95, 102 and 115 days after the planting date, which corresponds to the developmental stages of beginning of anthesis, water caryopsis, medium ripe, soft dough, hard dough and hard caryopsis on yield and grain quality. All experimental plots were irrigated when soil water tension measured at a depth of 10 cm reached a value of 48 kPa until the developmental stage when irrigation water supply stopped in each treatment. A significative reduction in yield was verified when water supply stopped before soft dough stage. Reduction in yield was caused mainly by the reduction in 1,000-grain weight and hectoliter weight. To obtain maximum hectoliter weight, irrigation must be maintained until hard dough stage. Stopping irrigation at hard dough stage caused an economy of 99 mm of water in relation to the treatment irrigated until hard caryopsis. The developmental stage of hard dough grain can be defined in field as the stage when most of the grains allow to make a finger-nail impression or furrow but the grain content can not be squeezed out.

Index terms: soil-water tension, tensiometer, applied water.

## INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção irrigados da região dos cerrados contam apenas com a cultura do trigo como

gramínea de inverno para o cultivo durante os meses de maio a setembro. Embora o trigo irrigado já conte com um conjunto de informações técnicas para a sua produção (Silva et al., 1993), a falta de incentivo ao seu cultivo e a maior lucratividade da cultura de feijão (Fancelli, 1992) têm contribuído para que os produtores irrigantes adotem como prática comum o plantio sucessivo de feijão. Segundo Fancelli (1992), os sistemas produtivos irrigados baseados no plantio sucessivo de feijão normalmente apresentam ganhos de produtividade nos primeiros quatro anos. Entretanto, a partir do quinto ano, a

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 31 de julho de 1996.

<sup>2</sup> Eng. Agríc., Ph.D., Embrapa-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), Caixa Postal 08233, CEP 73301-970 Planaltina, DF.

<sup>3</sup> Eng. Agríc., M.Sc., Embrapa-CPAC.

produtividade decresce drasticamente, devido, principalmente, ao ataque de fungos patogênicos do solo ou do sistema radicular, como a esclerotínea, rizoctoniose e fusariose. Como a cultura de trigo não é hospedeira desses fungos, ela se torna indispensável para viabilizar os sistemas produtivos irrigados em áreas com alto potencial de inóculo dessas doenças e também para garantir a rotação de culturas, necessária à manutenção do potencial produtivo das áreas ainda não infestadas (Curl, 1963; Ruppel et al., 1988).

Guerra et al. (1987), Guerra et al. (1994) e Guerra (1995) determinaram os níveis críticos de tensão de água no solo para orientar o produtor nas aplicações de água ao longo do ciclo da cultura de trigo, em função da expectativa de produção das lavouras. Entretanto, nenhum estudo feito até o presente teve como objetivo a determinação da época apropriada de suspender o suprimento de água para esse cereal. A importância de suspender as irrigações no momento certo está relacionada com possíveis perdas de produtividade e qualidade do trigo com a suspensão das irrigações antes da completa formação dos grãos e com a continuação das irrigações após esse período. Além disso, quando as irrigações são mantidas após a completa formação dos grãos, há um desperdício de água, e, conseqüentemente, de energia, que é um dos principais componentes do custo de produção na agricultura irrigada.

Assim, o objetivo deste estudo foi determinar a época de corte do suprimento de água da cultura de trigo buscando a obtenção de produtividade máxima sem desperdício de água e de energia, para viabilizar o cultivo desse cereal, na região dos cerrados.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), localizado em Planaltina, Distrito Federal, (latitude 15°36'S, longitude 47°42'W e altitude de 1.014 m). As características físicas e químicas do solo da área experimental, e a curva característica de retenção de água do solo se encontram publicadas por Guerra et al. (1994) e Guerra (1995).

Os tratamentos pré-estabelecidos foram a suspensão das irrigações aos 69, 77, 85, 95, 102 e 115 dias após o

plantio, o que corresponde aos estádios de desenvolvimento de início da antese (código 62 da escala de Zadoks et al., 1974), cariopse aquosa (código 72), estado leitoso (código 76), estado de massa mole (código 85), estado de massa dura (código 88) e cariopse dura (código 92), respectivamente. Até a época do corte do suprimento de água em cada tratamento, as irrigações foram feitas com base em valores de tensão de água no solo, medidos com tensiômetros. Os tensiômetros foram instalados nas profundidades de 10, 20, 30, 45, 60, 80, 100 e 120 cm. O valor de tensão de água no solo de 48 kPa, medido a 10 cm de profundidade, foi usado para indicar o momento de irrigação da cultura do trigo.

A quantidade de água aplicada em cada irrigação foi calculada com base nos valores de tensão de água no solo, objetivando repor a água consumida no perfil de solo de 1 m de profundidade até a capacidade de campo (6 kPa). As aplicações de água foram feitas com o uso de uma mangueira de plástico conectada a um tubo de PVC perfurado e previamente calibrado para permitir uma distribuição de água uniforme nas parcelas experimentais. A quantidade de água aplicada foi medida com um hidrômetro com precisão de 1 litro.

O experimento constituiu-se de 24 parcelas com área individual de 11 m<sup>2</sup>. A semeadura do trigo foi feita após o cultivo de mucuna-preta e crotalária, as quais foram incorporadas ao solo como adubação verde, no dia 15 de maio, manualmente, em linhas espaçadas de 20 cm. A densidade de semeadura utilizada foi de 450 sementes aptas por m<sup>2</sup>. O delineamento experimental foi o de blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições.

A adubação de manutenção foi feita com base na análise química do solo (Guerra, 1994), buscando garantir que a fertilidade do solo não fosse um fator limitante para o desenvolvimento da cultura. Foi então distribuído manualmente, a lanço, em quadrículas de 5 por 5 m, as seguintes doses de fertilizantes: 117 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de termofosfato de yorin, e 102 kg/ha de K<sub>2</sub>O na forma de cloreto de potássio. Após a aplicação desses fertilizantes, foi feita uma aração profunda, para incorporar e misturar os fertilizantes ao solo, e, em seguida, uma gradagem "niveladora", para deixar a superfície do solo em condições adequadas para o plantio.

A dose total de N aplicada foi de 140 kg/ha. Após a emergência das plantas, foi distribuída, a lanço, em cada espaço entre linhas, a metade da dose de adubação nitrogenada, na forma de uréia. A outra metade foi aplicada da mesma forma, no início da fase de perfilhamento (código 21 da escala de Zadoks et al., 1974). Imediatamente após as adubações com N, foi aplicada uma lâmina de água de 5 mm, em todos os tratamentos, para dissolver e incorporar a uréia ao solo.

O número de plantas por m<sup>2</sup> foi obtido pela contagem de plantas de três linhas centrais da parcela experimental, antes do início da fase de perfilhamento do trigo. Da mesma forma, o número de perfilhos por planta foi obtido pela contagem das plantas e perfilhos, nas mesmas linhas usadas para determinação do número de plantas por m<sup>2</sup>.

A altura das plantas foi determinada após o florescimento completo do trigo, fazendo-se medições em cinco pontos de cada parcela experimental.

O número de espigas por m<sup>2</sup> foi determinado pela contagem de todas as espigas da parcela útil, e o número de espiguetas por espiga e grãos por espiga, a partir de amostragens aleatórias de 20 espigas por parcela.

Após a colheita, o peso de 1.000 grãos foi determinado em dez amostras de cada parcela experimental, e o peso por hectolitro, em cinco amostras.

A colheita do trigo, em cada tratamento, foi feita quando os grãos apresentavam teor de umidade entre 13 e 15%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tensão média de água no solo, registrada a 10 cm de profundidade no dia das irrigações, ao longo do período em que as parcelas experimentais foram irrigadas, resultou em 48 kPa.

Os resultados apresentados na Tabela 1 mostram que as diferenças no número de plantas por m<sup>2</sup>, número de perfilhos por planta e altura de plantas, não foram significativas, o que demonstra uma grande uniformidade das parcelas experimentais até a data em que se iniciou a suspensão das irrigações. Além disso, não se observou qualquer diferença significa-

tiva com relação ao número de espigas por m<sup>2</sup> e número de grãos por espiga (Tabela 2). Isso ocorreu porque as espigas já estavam totalmente definidas quando ocorreu o corte do suprimento de água, aos 69 dias após o plantio.

Entretanto, o rendimento de grãos foi afetado significativamente pelos tratamentos impostos, como pode ser visto pelos resultados apresentados na Tabela 3 e Fig. 1. Os mais altos rendimentos de grãos foram obtidos quando o suprimento de água foi mantido até, pelo menos, 95 dias após o plantio. Nessa época, a cultura de trigo estava na fase de desenvolvimento de grãos em estado de massa mole, ou seja, no código 85 da escala decimal de Zadoks et al. (1974). Embora a diferença não tenha sido significativa, a manutenção das aplicações de água dos 95 aos 102 dias após o plantio resultou em aumento do rendimento de grãos de 180 kg/ha.

Quando o corte do suprimento de água ocorreu em estádios de desenvolvimento anteriores ao de grãos em estado de massa mole, verificou-se uma redução significativa do rendimento de grãos. Isso ocorreu porque a quantidade de água disponível no perfil de solo ocupado pelo sistema radicular não foi suficiente para suprir as necessidades hídricas do trigo durante o período de enchimento de grãos. Choudhury & Kumar (1980), Singh et al. (1980), Singh & Malik (1983) e Azevedo et al. (1992) também observaram reduções na produtividade do trigo quando o suprimento de água foi insuficiente durante o período de enchimento de grãos.

**TABELA 1.** Número de plantas por m<sup>2</sup>, número de perfilhos por planta e altura das plantas de trigo (cv. BR-12 Aruanã) em função da suspensão das irrigações em diferentes dias após o plantio.

Dias após o plantio	Número de plantas/m <sup>2</sup>	Número de perfilhos por planta	Altura das plantas (cm)
69	352	1,3	75
77	363	1,0	74
85	350	1,4	75
95	345	1,3	76
102	341	1,1	73
115	359	1,3	76

**TABELA 2.** Número de espigas por m<sup>2</sup> e número de grãos por espiga de trigo (cv. BR-12 Aruanã) em função da suspensão das irrigações em diferentes dias após o plantio.

Dias após o plantio	Número de espigas/m <sup>2</sup>	Número de grãos/espiga
69	417	42,5
77	408	42,0
85	423	40,8
95	409	39,0
102	410	38,5
115	411	39,3

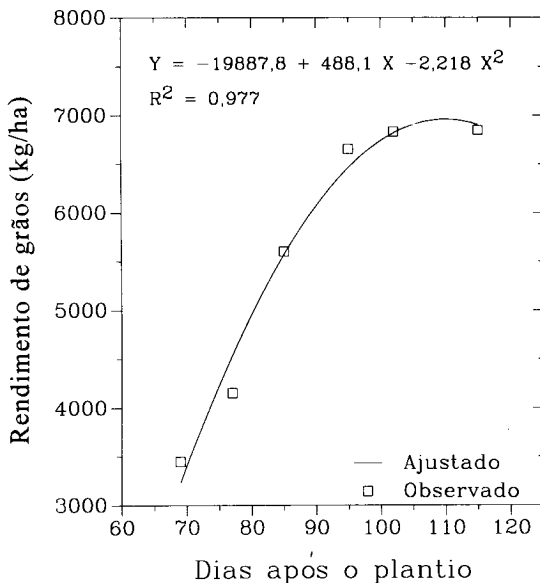
**TABELA 3. Rendimento de grãos e parâmetros de manejo de irrigação do trigo (cv. BR-12 Aruanã) resultante da suspensão das irrigações em diferentes dias após o plantio.**

Dias após o plantio	Número de irrigações	Ponto de colheita (dias)	Rendimento de grãos (kg/ha)	Lâmina de água aplicada (mm)	Eficiência da água aplicada (kg/mm)
115	24	120	6.846 a <sup>1</sup>	966	7,09
102	22	117	6.833 a	887	7,70
95	20	115	6.651 a	804	8,27
85	17	110	5.601 b	714	7,84
77	15	102	4.156 c	623	6,67
69	13	97	3.445 d	534	6,45

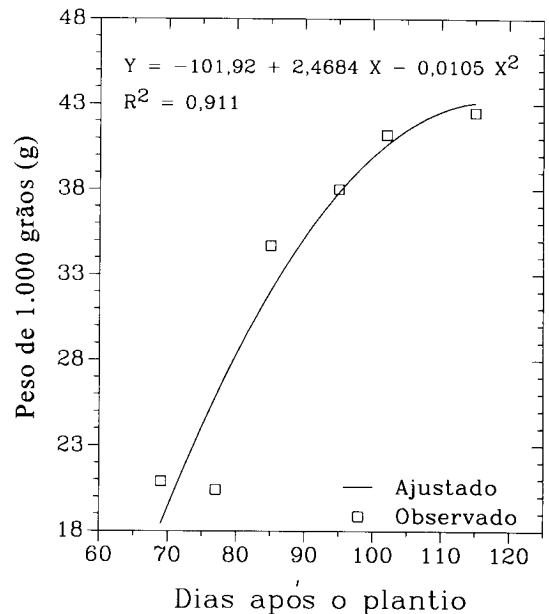
<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra não diferiram significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

A redução no peso de grãos foi a causa das reduções de rendimento do trigo, e foi maior nos tratamentos em que o corte do suprimento de água ocorreu mais cedo. Observa-se, pela Fig. 2, que o peso de 1.000 grãos variou de, aproximadamente, 21 g no tratamento em que a suspensão das irrigações foi feita no início da fase reprodutiva, até 42 g no trata-

mento em que as irrigações foram suspensas na fase de desenvolvimento de grãos em estado de massa dura. Resultados semelhantes foram obtidos por Azevedo et al. (1992) quando as plantas eram irrigadas adequadamente durante o período de crescimento vegetativo e ficaram sob estresse hídrico a partir do início da fase reprodutiva.



**FIG. 1. Rendimento de grãos de trigo resultante da suspensão das irrigações em diferentes dias após o plantio.**



**FIG. 2. Peso de 1.000 grãos de trigo resultante da suspensão das irrigações em diferentes dias após o plantio.**

O maior peso por hectolitro foi obtido com a manutenção das irrigações até a fase de desenvolvimento dos grãos em estado de massa dura conforme pode ser observado pela Fig. 3. A manutenção das irrigações até esta fase de desenvolvimento resultou em um peso por hectolitro em torno de 84 kg/hectolitro, ou seja, seis pontos acima do valor estabelecido para comercialização do trigo, que é de 78 kg/hectolitro. Considerando que os moinhos pagam 1% a mais pelo trigo para cada ponto do peso por hectolitro acima de 78 kg, o valor comercial do trigo irrigado até a fase de desenvolvimento de grãos em estado de massa dura atingiu 6% a mais do que o preço mínimo estabelecido.

Vale salientar que a manutenção das irrigações após a fase de desenvolvimento de grãos em estado de massa dura também causou uma pequena redução no peso por hectolitro. Isso provavelmente ocorreu devido à lavagem dos grãos maduros pela água aplicada, e, possivelmente, porque alguns grãos começaram o processo de germinação ainda na espiga.

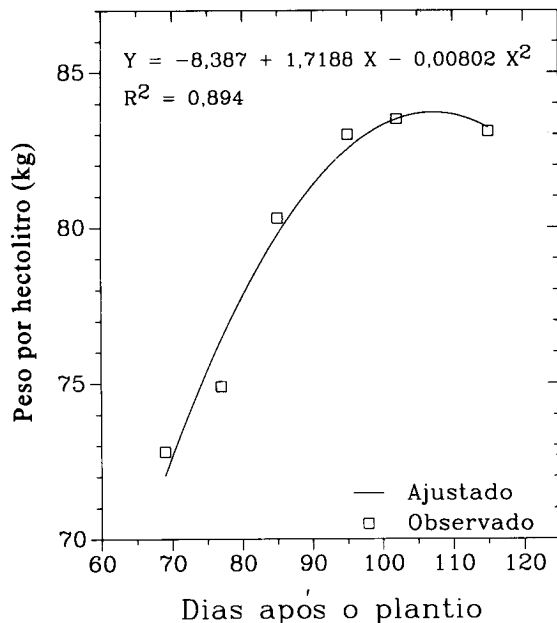


FIG. 3. Peso por hectolitro de trigo resultante da suspensão das irrigações em diferentes dias após o plantio.

Com esses resultados, verifica-se que o corte do suprimento de água para a cultura do trigo deve ser feito na época correta, para garantir maiores produtividades e melhor preço do produto. Além disso, suprimir as irrigações no momento certo implica a otimização do recurso água e energia, que é um dos principais componentes do custo de produção.

Pela Tabela 3 verifica-se que a lâmina de água aplicada aumentou com a manutenção das irrigações até as fases de desenvolvimento mais adiantadas seguindo um modelo quadrático Fig. 4. A manutenção das irrigações da fase de desenvolvimento dos grãos em estado de massa dura (102 dias após o plantio) até a fase de cariopse dura (115 dias após o plantio) resultou em um desperdício de água de 99 mm, uma vez que a manutenção das irrigações nesse período não trouxe benefício na produtividade e no peso por hectolitro.

Portanto, considerando a produtividade e a qualidade de grãos em termos de peso por hectolitro, as irrigações da cultura do trigo devem ser suspensas na fase de desenvolvimento de grãos em estado de massa dura (código 88 da escala decimal de Zadoks).

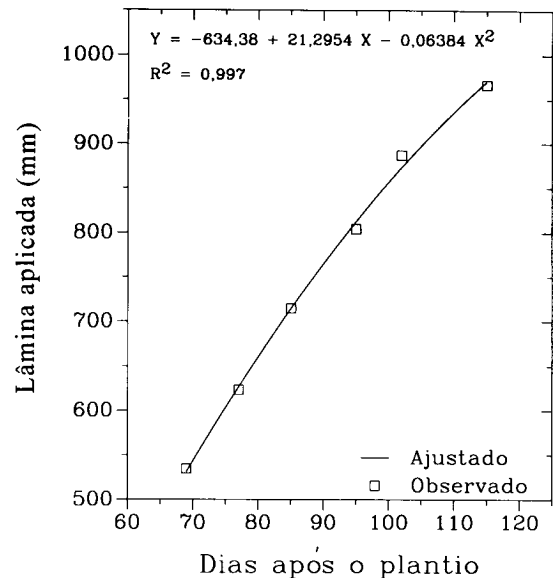


FIG. 4. Lâmina de água aplicada para a cultura de trigo resultante da suspensão das irrigações em diferentes dias após o plantio.

De modo prático, esta fase de desenvolvimento da cultura do trigo pode ser definida como aquela em que a maioria dos grãos, quando pressionados pela unha, permitem fazer neles um sulco, sem, contudo, romper-se.

Verifica-se, pelos resultados apresentados na Tabela 3, que quando as irrigações foram mantidas até o estágio de desenvolvimento de grãos em estado de massa dura, obteve-se uma produtividade de 6.833 kg/ha com a aplicação de uma lâmina de água de 887 mm, em vinte e duas irrigações. Isso produziu uma eficiência da água aplicada de 7,7 kg de trigo por milímetro de água aplicada.

Observa-se, ainda, pelos resultados apresentados na Tabela 3, que o ponto de colheita da cultura de trigo (grãos com umidade entre 13 e 15%) variou de 97 dias no tratamento onde o corte do suprimento de água ocorreu aos 69 dias após o plantio a 120 dias, no tratamento em que o corte do suprimento de água ocorreu aos 115 dias após o plantio.

## CONCLUSÕES

1. Para obtenção de máxima produtividade e máximo peso por hectolitro, o suprimento de água para a cultura de trigo deve ser mantido até a fase de desenvolvimento de grãos em estado de massa dura.

2. O corte do suprimento de água para a cultura do trigo antes da fase de desenvolvimento dos grãos em estado de massa dura causa redução na produtividade e no preço do produto, porque prejudica o enchimento de grãos.

3. Manter as irrigações após a fase de desenvolvimento dos grãos em estado de massa dura causa prejuízos no valor final do produto, porque o peso por hectolitro diminui, e aumenta o custo da lavoura pela aplicação desnecessária do insumo água.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, J.A.; OLITTA, A.F.L.; SILVA, E.M.; GUERRA, A.F. Níveis de tensão de água no solo e suspensão da irrigação em três períodos de crescimento do trigo (*Triticum aestivum* L.) irrigado em solo de cerrado: efeito sobre a produtividade, componentes de produção, desenvolvimento e uso de água. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 9., 1991, Natal, RN. Anais... Fortaleza: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 1992. T.1, p.83-130.
- CHOUHDURY, P.N.; KUMAR, V. The sensitivity of growth and yield of dwarf wheat to water stress at three growth stages. *Irrigation Science*, v.1, p.223-231, 1980.
- CURL, E.A. Control of plant diseases by plant rotation. *Botanical Review*, v.29, n.4, p.413-477, 1963.
- FANCELLI, A.L. **Feijão irrigado**. 3.ed. Piracicaba: ESALQ/USP. Departamento de Agricultura, 1992. 266p.
- GUERRA, A.F. Manejo de irrigação da cevada sob condições de cerrado visando o potencial de produção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.29, n.7, p.1111-1118, 1994.
- GUERRA, A.F. Manejo de irrigação do trigo para obtenção de máxima produtividade na região dos cerrados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.30, n.4, p.515-521, 1995.
- GUERRA, A.F.; SILVA, E.M.; AZEVEDO, J.A. Estabelecimento do momento de irrigação em trigo e cevada baseado em níveis de tensão de água em latossolo dos cerrados. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Planaltina, DF). **Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1982-1985**. Planaltina, DF, 1987. p.227-231.
- GUERRA, A.F.; SILVA, E.M.; AZEVEDO, J.A. Tensão de água no solo: um critério viável para a irrigação do trigo na região do cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.29, n.4, p.631-636, 1994.
- RUPPEL, E.G.; GILBERTSON, R.L.; SCHWEIZER, E.E. Population densities of selected soil-borne fungi and disease incidence in a crop rotation under varied weed-management systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Amsterdam, v.21, n.3/4, p.163-169, 1988.
- SILVA, D.B.; ANDRADE, J.M.V.; GUERRA, A.F. **Informações básicas para o cultivo do trigo irrigado na região do Brasil central**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1993. 31p. (EMBRAPA-CPAC. Circular técnica, 29).
- SINGH, G.; SINGH, P.W.; BHUSHAN, L.S. Water use and wheat yields in northern India under different irrigation regimes. *Agricultural Water Management*, v.3, p.107-114, 1980.
- SINGH, T.; MALIK, D.S. Effect of water stress at three growth stages on the yield and water use efficiency of dwarf wheat. *Irrigation Science*, v.4, p.239-245, 1983.
- ZADOKS, J.C.; CHANG, T.T.; KONZAK, C.F. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, Oxford, v.14, p.415-421, 1974.