

TENSÃO DE ÁGUA NO SOLO: UM CRITÉRIO VIÁVEL PARA A IRRIGAÇÃO DO TRIGO NA REGIÃO DO CERRADO¹

ANTONIO FERNANDO GUERRA², EUZÉBIO MEDRADO DA SILVA³ e JUSCELINO ANTONIO DE AZEVEDO

RESUMO - A resposta do trigo (*Triticum aestivum* L.) a cinco níveis de tensão de água no solo foi estudada em um LVE de cerrado. A cultura foi irrigada quando as tensões de água no solo medidas com tensiômetros e/ou blocos de gesso atingiram valores de 37, 56, 67, 125 e 536 kPa, na profundidade de 10 cm. A água foi aplicada com uma mangueira de plástico conectada a um tubo de PVC perfurado para garantir a distribuição uniforme de água nas parcelas. A produção de grãos não mostrou diferenças significativas para as tensões de água no solo de 37 a 67 kPa, o que indica que esses níveis de tensão não causaram estresse de água detrimental para as plantas. Os tratamentos de 125 de 536 kPa resultaram em diferenças significativas na produção de grãos, em decorrência de uma redução no número de espigas por m² e no número de grãos por espiga. O peso de 1000 grãos e o peso hectolítrico não foram afetados pelos tratamentos. O aumento da tensão de água no solo causou um decréscimo quase linear na quantidade de água aplicada. A lâmina aplicada para se obter a produção máxima variou de 596 a 796 mm.

Termos para indexação: tensiômetros, blocos de gesso, aplicação de água.

SOIL-WATER TENSION:

A FEASIBLE CRITERION FOR IRRIGATION TIMING OF WHEAT IN THE CERRADO REGION

ABSTRACT - The response of wheat (*Triticum aestivum* L.) to five levels of soil-water tension was studied in a Dark-Red Lotosol of the cerrado region. The crop was irrigated when the soil-water tension reached values of 37, 56, 67, 125 and 536 kPa at a depth of 10 cm. The water was applied by using a plastic hose connected to a PVC perforated tube to assure uniform water distribution on the plots. The grain yield did not show significant differences when soil-water tension values were 37 to 67 kPa, indicating that these levels of tension did not cause detrimental water stress to the plants. The treatments of 125 and 536 kPa resulted in significant differences in grain yield because of a reduction in the number of spikes per m² and number of grains per spike. The 1000-grain weight and the hectoliter-grain weight were not affected by the treatments. With the increase in soil-water tension, an almost linear decrease of the total applied water was observed. The applied water to obtain the maximum yield varied from 596 to 796 mm.

Index terms: tensiometers, gypsum blocks, water application.

INTRODUÇÃO

A região de cerrados do Brasil central está se firmando como a principal alternativa para expandir a fronteira agrícola brasileira. A importância desta região não se deve somente a sua localização e tamanho, a qual é equivalente a 20%

do território nacional, mas também a suas condições ambientais e sócio-econômicas, que podem suportar atividades agrícolas intensas. A região dos cerrados brasileiros é caracterizada climaticamente por apresentar duas estações bem definidas: a) uma estação chuvosa, de outubro a abril, quando ocorrem normalmente 90% da precipitação anual, de, aproximadamente, 1.500 mm; e b) uma estação seca, de maio a setembro, caracterizada por elevada radiação solar e baixa umidade relativa do ar, determinando altas taxas de evapotranspiração. Esses fatores, aliados à predominância, na região, de solos com baixa dis-

¹ Aceito para publicação em 13 de dezembro de 1993

² Eng.-Agríc., M.Sc., Ph.D., EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), Caixa Postal 08223, FAX: (061) 389-2953 CEP 73301-970 Planaltina, DF.

³ Eng.-Agr., M.Sc., Ph.D., EMBRAPA/CPAC.

⁴ Eng.-Agr., M.Sc., Dr., EMBRAPA/CPAC.

ponibilidade de água, impõem a necessidade de irrigação para a produção agrícola durante toda a estação seca, e, eventualmente, durante a estação chuvosa.

A prática de irrigação depende, basicamente, da cultura, do clima e das características do solo; portanto, o manejo de água em sistemas irrigados tem de levar em conta esses fatores, para otimizar a produção das culturas. Do ponto de vista de manejo de água em agricultura irrigada, a definição do momento certo de irrigação é fundamental para uma programação racional das aplicações de água durante o ciclo das culturas. Existem vários métodos ou critérios para estabelecer esquemas de irrigação, tais como: a) relacionar a evapotranspiração da cultura com a evaporação do tanque Classe A (Pruitt & Lourence, 1968; Choudhury & Kumar, 1980); b) relacionar a necessidade de reposição da água no solo com a água disponível no perfil do solo (Mishra et al., 1969; Singh et al., 1980); c) usar um esquema de irrigação fixo, baseado no estágio de desenvolvimento da cultura (Bhan, 1977), associando a necessidade de água das culturas, com a temperatura do dossel (Pinter Junior et al., 1990); e d) relacionar a necessidade de irrigação à tensão de água no solo (Phene et al., 1989; Marovelli et al., 1991).

Nas condições encontradas na região dos cerrados, o critério baseado na tensão de água no solo medida com o auxílio de tensiômetros pode ser adotado, uma vez que esses solos retêm cerca de 65% da água disponível a tensões inferiores a 80 kPa, dentro, portanto, da faixa de atuação da tensiometria. Além disso, recomendações para o manejo de água com base em valores de tensão

podem ser extrapolados e refletem as variações edafoclimáticas no tempo e no espaço e as diferenciações de consumo de água nas diversas fases de desenvolvimento da cultura. Diante da escassez dessas informações para as culturas em condições de cerrados, estabeleceu-se esta pesquisa para avaliar o efeito da tensão de água no solo, sobre o desenvolvimento de produção de trigo, com vistas à definição de critérios para o manejo das irrigações dessa cultura na região dos cerrados do Brasil central.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo de campo foi conduzido durante a estação seca de 1983, na Estação Experimental do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), localizada na parte central do Brasil, Planaltina, Distrito Federal (latitude 15°36'S, longitude 47°42'W, e altitude de 1.014 m). O solo da área experimental foi classificado como um Latossolo Vermelho-Escuro fase argilosa, cujas características físicas estão apresentadas na Tabela 1 e Fig. 1. A curva de retenção de água no solo apresentada na Fig. 1 foi ajustada pelo modelo de Genuchten (1980).

Os tratamentos preestabelecidos foram os níveis de tensão de água no solo de 33, 50, 70, 100, e 500 kPa. Tensiômetros e blocos de gesso foram instalados em cada tratamento, nas profundidades de 10, 20, 30, 40 e 50 cm. Tensiômetros foram usados para monitorar o momento das aplicações de água nos tratamentos de 33, 50, e 70 kPa, enquanto blocos de gesso foram usados para monitorar o momento das aplicações de água nos tratamentos de 100 e 500 kPa. Os valores de tensões de água no solo medidos à profundidade de 10 cm

TABELA 1. Características físicas do Latossolo Vermelho-Escuro presente na área experimental.

Profundidade do solo (cm)	Areia		Silte (%)	Argila (%)	Densidade	
	grossa (%)	fina (%)			(g/cm ³)	(g/cm)
0-10	12,0	33,5	27,5	27,0	2,77	1,09
10-20	11,5	34,8	29,0	24,2	2,70	1,16
20-30	11,5	32,7	27,3	28,2	2,80	1,18
30-40	11,2	33,3	27,7	28,3	2,77	1,11
40-50	11,5	28,5	17,2	44,2	2,80	1,09
50-60	11,5	28,8	17,0	43,8	2,80	1,09

foram usados para indicar o momento de aplicação de água nos diversos tratamentos.

A quantidade de água necessária em cada irrigação foi calculada para repor até à capacidade de campo o déficit de água no perfil de solo da superfície até 50 cm. Esse limite foi selecionado porque o sistema radicular da cultura do trigo no Latossolo Vermelho-Escuro está, normalmente, concentrado na camada superficial de 30 cm. A água foi aplicada para a cultura por meio de uma mangueira de plástico conectada a um tubo de PVC perfurado, para obter uma distribuição uniforme de água nas parcelas experimentais. A

quantidade de água aplicada em cada parcela foi medida com um hidrômetro com precisão de 1 litro.

Dois variedades de trigo foram usadas nesse experimento: cv. Anahuac e BR-10 Formosa. Essas variedades foram desenvolvidas para agricultura irrigada, e apresentam características de porte baixo, palha forte, e alto potencial de produção. O experimento como um todo foi conduzido em 40 parcelas com área individual de 11 m². A cultura do trigo foi semeada em 15 de maio, em fileiras com espaços, entre si, de 20 cm, usando 400 sementes aptas, por m². O delineamento experimental utilizado foi o fatorial em blocos ao acaso, com duas variedades de trigo, e cinco níveis de tensão de água no solo, em três repetições.

Em função da análise química do solo (Tabela 2), e considerando que a fertilidade do solo não fosse um fator limitante para o desenvolvimento da cultura, as seguintes quantidades de fertilizantes foram aplicadas: 200 kg/ha de P₂O₅ sob a forma de superfosfato triplo, 180 kg/ha de K₂O na forma de Cloreto de Potássio, 97 kg/ha de Mg na forma de Magnésio, 40 kg/ha de FTE BR-12, e 100 kg/ha de N na forma de uréia. A adubação nitrogenada foi feita em três aplicações: 30 kg/ha foram aplicadas na época de plantio, 40 kg/ha no 34º dia após o plantio e 30 kg/ha no 55º dia após o plantio.

A produção de grãos e seus componentes foram avaliados para determinar o efeito da tensão de água no solo sobre a resposta da cultura de trigo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos desse experimento estão apresentados nas Tabelas 3 e 4 e na Fig. 2, como valores médios, porque não houve diferença significativa entre as duas variedades de trigo. A Tabela 3 mostra que os atuais tratamentos foram

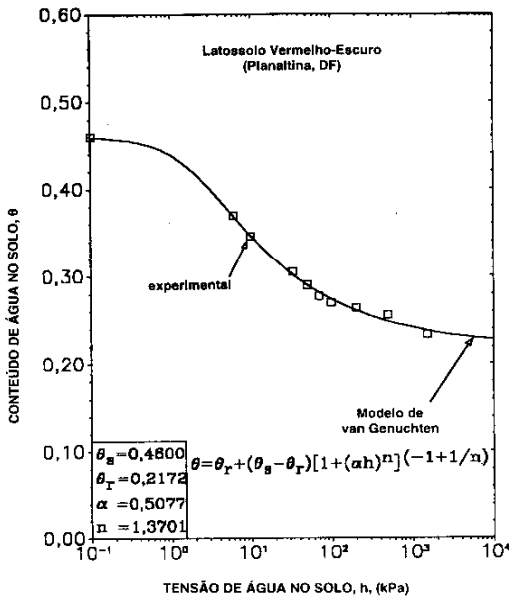


FIG. 1. Curva característica de retenção de água do solo da área experimental.

TABELA 2. Características químicas do Latossolo Vermelho-Escuro presente na área experimental.

Prof. do solo (cm)	pH (H ₂ O)	Al (me/100 ml)	Ca (me/100 ml)	P (me/100 ml)	K (ppm)	MO (%)
0-10	6,1	0,02	4,74	12,1	106	2,69
10-20	6,1	0,02	4,90	4,5	22	2,69
20-30	6,4	0,02	3,96	0,9	20	2,02
30-40	6,4	0,02	3,46	0,7	24	2,02
40-50	5,9	0,04	2,24	0,6	22	1,97
50-60	5,5	0,14	1,34	0,5	13	1,71

37, 54, 67, 125 e 536 kPa, como resultado da média das tensões de água no solo registradas a 10 cm de profundidade no momento das aplicações de água, durante todo o ciclo da cultura. Os efeitos resultantes dos tratamentos de tensão de água no solo sobre a produção de grãos podem também ser observados na Tabela 3. Não houve diferenças significativas na produção de grãos para os tratamentos de 37 a 67 kPa, o que indica que esses níveis de tensão não causaram nas plantas estresse detrimental de água. Por outro lado, os tratamentos de 125 e 536 kPa mostraram uma redução significativa na produção de grãos, o que indica que esses níveis de tensão resultaram em estresse de água para as plantas. A maior produção de grãos foi obtida com o menor valor de tensão de água no solo. Este resultado discorda dos resultados encontrados por Singh et al. (1980), que indicam que níveis altos de água no solo causaram redução na produção de grãos,

como consequência do acamamento das plantas. Provavelmente, a variedade de trigo usada naquele estudo não era adequada para agricultura irrigada sob condições de alta fertilidade e condições adequadas de umidade do solo.

Com o aumento da tensão de água no solo, foi observado um decréscimo quase linear do total de água aplicada (Fig. 2). Provavelmente, nos tratamentos com menores valores de tensão, uma quantidade significativa de água foi perdida por evaporação, uma vez que a superfície do solo foi umedecida mais freqüentemente do que nos tratamentos com valores de tensão mais altos. Por outro lado, nos tratamentos com valores de tensão mais elevados, uma redução na taxa de evapotranspiração teria contribuído para um decréscimo no total de água requerido pela cultura. Esses resultados concordam com os resultados apresentados por Espinosa et al. (1980).

Durante o período experimental (de 15 de

TABELA 3. Produção de grãos, água aplicada total, número de irrigações, e eficiência da água aplicada como função de cinco níveis de tensão de água no solo no momento das irrigações.

Tensão de água no solo (kPa)	Produção de grãos (kg/ha)	Água aplicada total (mm)	Número de irrigações	Eficiência da água aplicada (kg/mm)
37	5063a*	796a	40a	6,4
54	4968a	712b	26b	7,0
67	4899a	596c	21c	8,2
125	3865b	477d	15d	8,1
536	2982c	396e	10e	7,5

* Valores seguidos de mesma letra não diferiram pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 4. Componentes de produção do trigo como função de cinco níveis de tensão de água no solo no momento das irrigações.

Tensão de água no solo (kPa)	Peso por hectolitro (g)	Peso de 1000 grãos (g)	Número de espiga por m ²	Número de grãos por espiga	Altura da planta (cm)
37	82,90a*	43,60a	403ab	42a	80,1a
54	83,35ab	43,73a	406ab	42a	82,0a
67	83,87ab	41,70a	411ab	39a	75,9b
125	84,17b	42,34a	383bc	33b	70,8c
536	82,95a	40,81b	370c	23c	68,5c

* Valores seguidos de mesma letra não diferiram pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

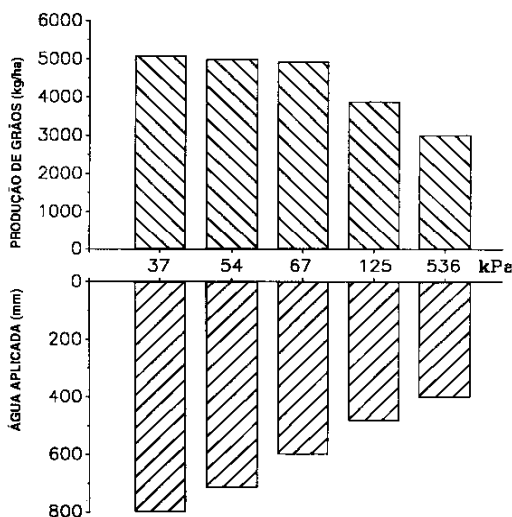


FIG. 2. Produção de grãos (kg/ha) e total de água aplicada (mm) em função de cinco níveis de tensão de água no solo no momento das irrigações.

maio a 24 de agosto), nenhuma chuva ocorreu; foi necessário irrigação total para o desenvolvimento da cultura. A quantidade de água para se obter o máximo rendimento variou de 596 a 796 mm. Nesses valores está incluída qualquer perda de água por percolação profunda. Esses resultados diferem substancialmente dos valores encontrados por Espinosa et al. (1980). As diferenças no total de água requerido entre esses estudos podem ser explicadas pelas diferenças das cultivares testadas e da demanda evapotranspirativa durante os períodos experimentais. De acordo com Hillel & Guron (1973), a produção da cultura é linearmente relacionada com o total de água evapotranspirada. Portanto, os resultados sugerem que nos tratamentos com aplicação de água maior do que 596 mm houve perdas significativas de água.

Um resultado significativo mostrado na Tabela 3 é o número de irrigações necessárias para aplicar a quantidade de água requerida em cada tratamento. Para a mesma produção de grãos, o número de irrigações decresceu de 40, no tratamento de menor valor de tensão de água no solo, para 21, no tratamento irrigado a 67 kPa. Portan-

to, a escolha de 67 kPa para indicar o momento de aplicação de água é, sem dúvida, a maneira mais econômica para programar as irrigações na cultura de trigo, uma vez que esse tratamento também resultou no maior valor da razão entre produção de grãos e total de água aplicada.

Como mostram os resultados apresentados na Tabela 4, os diferentes níveis de tensão de água no solo não afetaram a qualidade de grãos, uma vez que nenhuma diferença significativa foi observada no peso por hectolitro e peso de 1000 grãos. O número de espigas por m² e número de grãos por espiga não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos com níveis de tensão de água no solo de 37 a 67 kPa. Por outro lado, esses componentes foram significativamente afetados pelos níveis de tensão de água no solo de 125 a 536 kPa. As diferenças verificadas nesses componentes explicam os valores finais de produção de grãos obtidos nos diferentes tratamentos. Esses resultados concordam com os resultados apresentados por Espinosa et al. (1980), Singh et al. (1980), e Singh & Malik (1983).

A altura de planta foi outro fator que indicou a influência da tensão de água no solo no desenvolvimento da cultura. Como mostra a Tabela 4, a altura do dossel decresceu de 80,1 para 68,5 com o aumento da tensão de água no solo de 37 a 536 kPa. A redução da altura da planta, verificada no tratamento irrigado a 67 kPa, não resultou em efeitos significativos na produção de grãos.

CONCLUSÕES

1. A tensão de água no solo no momento das irrigações afetou o rendimento do trigo e seus componentes de produção.
2. A tensão de água no solo não teve influência na qualidade de grãos em termos de peso por hectolitro e peso de 1000 grãos.
3. O desenvolvimento das plantas foi afetado pelo aumento da tensão de água no solo.
4. A correspondência verificada entre os níveis de tensão de água no solo e a produção de grãos indicam que o critério de programar as irrigações da cultura do trigo com base na tensão de água no solo tem um alto potencial para ser usado na re-

gião dos cerrados. Além disso, considerando que a produção de trigo não foi afetada pelos níveis de tensão de água no solo até 67 kPa no momento das irrigações, deve-se irrigar a cultura do trigo sempre que a tensão de água no solo, na profundidade de 10 cm, atingir valores em torno de 60 kPa nos Latossolos Vermelho-Escuro da região dos cerrados do Brasil central.

REFERÊNCIAS

- BHAN, S. It pays to irrigate wheat the scientific way. *Indian Farming*, v.27, n.3, p.13-18, 1977.
- CHOUDHURY, 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.
- ESPINOSA, W.; SILVA, E.M. da; SOUSA, O.C. de Irrigação de trigo em solo de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.15, n.1, p.107-115, 1980.
- GENUCHTEN, M. TH. van. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Science Society of America, Journal*, v.44, p.892-898, 1980.
- HILLEL, D.; GURON, E.Y. Relation between evapotranspiration rate and maize yield. *Water Resources Research*, v.9, n.3, p.743-748, 1973.
- MAROVELLI, W.A.; GIORDANO, L.B.; OLIVEIRA, C.A. da S.; GARRIJO, O.A. Desenvolvimento, produção e qualidade de ervilha sob diferentes tensões de água no solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.26, n.7, p.1041-1047, 1991.
- MISHRA, R.D.; SHARMA, K.C.; WRIGHT, B.C. SINGH, V.P. Critical stages in irrigation requirements of wheat variety Lermarojo. *Indian Journal for Agricultural Science*, v.39, p.898-904, 1969.
- PHENE, C.J.; ALLEE, C.P.; PIERRO, J.D. Soil matric potential sensor measurements in real-time irrigation scheduling. *Agricultural Water Management*, v.16, n.3, p.173-185, 1989.
- PINTER JUNIOR, P.J.; ZIPOLI, G.; REGINATO, R.J.; JACKSON, R.J.; IDSO, S.B.; HOHMAN, J.P. Canopy temperature as an indicator of differential water use and yield performance among wheat cultivars. *Agricultural Water Management*, v.18, n.1, p.35-48, 1990.
- PRUITT, W.O.; LOURENCE, F.G. Correlating climatological data with water management of crops. In: PRUITT, W.O.; LOURENCE, F.G. (Eds.). *Water science and engineering*. Davis: Dep. of Water Science and Engineering, Univ. of California, 1968. v.1, p.41-47.
- SINGH, G.; SINGH, P.W.; BHUSHAN, E.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, E.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.