

IRRIGAÇÃO DE TRIGO EM SOLO DE CERRADO¹

WALDO ESPINOZA², EUSEBIO M. DA SILVA³ e OSNI C. DE SOUZA⁴

RESUMO - Com o objetivo de avaliar os efeitos da irrigação sobre a cultura de trigo, submetem-se três cultivares nativas (IAS-55, BH-1146, IAC-5) e duas introduzidas (Sonora-63 e Tanori-I-71) a quatro regimes de tensão de água no solo (0,35; 0,70; 2,0 e 8,0 bares) num solo LVE. Os resultados indicam que o aumento da tensão correspondeu a um decréscimo do IAF ($IAF = 15,62 \exp. 0,64 \text{ pF}$), sendo que o potencial de água na folha foi sempre maior para as cultivares nativas, confirmando sua melhor adaptação aos solos de Cerrados. O comprimento radicular das cultivares não foi afetado pela tensão de água no solo, sendo restrito aos primeiros 20 cm do solo, indicando a presença de um fator limitante, provavelmente alumínio tóxico. Os valores diários de ET, na época de floração, foram mais altos para as cultivares nativas e dependentes da tensão de água no solo e da área foliar da cultura. O aumento da tensão de água no solo decresceu os rendimentos da cultura, sendo as cultivares nativas mais resistentes ao déficit hídrico. ($Y = 7.059,6 - 1.613,2 \text{ pF}$). A eficiência do uso da água (produção de grãos/evapotranspiração) (kg/mm) variou de 11 a 13 para todas as cultivares na tensão 0,35 bar e de 3,5 a 5,0 para a tensão 8,0 bares. Os maiores rendimentos, foram obtidos com irrigações frequentes de três a cinco dias no período de máxima demanda da cultura, sendo BH-1146 e IAC-5 as melhores cultivares.

Termos para indexação: evapotranspiração, oxissolos, balanço hídrico, Latossolo Vermelho-Escuro.

RESPONSE OF WHEAT TO IRRIGATION IN A "CERRADO" SOIL

ABSTRACT - To evaluate the response of wheat to four water regimes in a Dark-Red Latosol, three native cultivars (IAS-55, BH-1146, IAC-5) and two introduced (Sonora-63 and Tanori/F-71) were irrigated when soil water tension reached 0.35; 0.70; 2.0 and 8.0 bars. The results indicate that as soil water tension (pF) increased, leaf area index (LAI) decreased ($LAI = 15.62 \exp. 0.64 \text{ pF}$). Leaf water potential was always higher in the native cultivars, confirming that they are better adapted to "Cerrado" soil conditions. Root development of the cultivars was not influenced by soil water tension, being restricted to the upper 20 cm of the soil, suggesting the presence of a limiting factor, presumably toxic aluminum. Daily evapotranspiration values, at flowering, were higher for the native cultivars more resistant to water stress ($Y = 7.059 - 1.613,2 \text{ pF}$). Higher yields were obtained with frequent and low volume irrigations, applied every three to five days during the period of crop maximum demand being BH-1146 and IAC-5 the best cultivars. Water use efficiency (grain yield/evapotranspiration) (kg/mm) ranged from 11 to 13 for all of the cultivars, at the 0.35 bar tension treatment and from 3.5 to 5.0 for the 8.0 bars tension treatment.

Index terms: evapotranspiration, oxisols, soil water balance, Dark-Red Latosol.

INTRODUÇÃO

Como parte do esforço do Governo brasileiro para expandir as fronteiras agrícolas do País, o Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), foi criado para explorar os recursos, o potencial agrícola e desenvolver sistemas de produção para os 185 milhões de hectares de solos da região dos Cerrados, os quais representam, aproximadamente, 25% do território brasileiro.

Pesquisas preliminares indicam que os problemas que limitam a produção agrícola na área, estão representados pela fertilidade do solo, caracterizada pelo baixo pH e alta fixação de fósforo. Em geral ocorrem duas estações sob o ponto de vista hídrico. Uma estação sem chuvas e uma chuvosa na qual ocorrem períodos secos denominados "veranicos", nos quais acontecem "déficits hídricos" nas plantas, de intensidade variável.

A prática de agricultura irrigada, durante a época seca, está restrita somente a algumas áreas da região dos Cerrados, devido às limitações de água disponível para irrigação (Prunel 1975).

Considerando-se que a cultura do trigo aparece como uma opção promissora de cultivo, na época seca, com irrigação, estabeleceu-se o presente ensaio, com o objetivo de comparar algumas cultivares de trigo em relação ao potencial de rendimento, tensão de água no solo e na planta, resistência à

¹ Aceito para publicação em 13 de dezembro de 1979.

² Eng^o Agr^o, Ph.D., Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC) - EMBRAPA, Caixa Postal 70.0023, CEP 73.300 - Planaltina, DF.

³ Eng^o Agr^o, CPAC-EMBRAPA.

⁴ Eng^o Agr^o, M.Sc., CPAC-EMBRAPA, atualmente no Centro de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC) - EMBRAPA.

seca, evapotranspiração e eficiência de uso de água, visando a fornecer elementos básicos para a criação de práticas mais adequadas de manejo de solo, planta e água para região de Cerrados, visando o desenvolvimento de sua agricultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no campo experimental do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - CPAC, situado próximo a Brasília-DF (Lat. 15° 36' S, Long. 47° 42' W e 1.014 m de altitude), durante a estação seca de 1976. As condições de clima foram consideradas normais, como indica a Tabela 1.

O solo utilizado foi o Latossolo Vermelho-Escuro (LVE), fase argilosa, cujas características físico-químicas e curva de retenção de umidade encontram-se representadas nas Tabelas 2 e Fig. 1, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições, sendo cada parcela constituída por dez fileiras de plantas com 10 m de comprimento, espaçadas de 20 cm e semeadas com densidade de plantio de 120 kg/ha. Considerou-se como área útil oito fileiras de 8 m, coletadas na parte central da parcela.

A adubação foi feita a lanço e consistiu de 50 kg/ha de N, 100 kg/ha de P (adubação de correção) e 40 kg/ha de K. Foram aplicados adicionalmente 50 kg/ha de N, durante o perfilhamento. Dois meses antes do plantio, toda a

área experimental recebeu 2,2 t de CaCO₃ (100%). O experimento foi conservado limpo de ervas daninhas e o efeito decorrente de ataques ocasionais de pragas e doenças foi considerado insignificante.

Utilizaram-se três cultivares nativas de trigo: IAS-55, BH-1146 e IAC-5, além de duas introduzidas, de trigo semi-anão: Tanori-F-71 e Sonora 63. As cultivares foram irrigadas com base nas parcelas de BH-1146, quando a tensão de umidade no solo, na camada de 0 - 15 cm, atingiu os seguintes valores, considerados como tratamentos: 0,35; 0,70; 2,0 e 8,0 bares, respectivamente. As tensões de 2,0 e 8,0 bares foram estimadas a partir da leitura de 0,7 bar e com base no conteúdo de água das amostras de solo.

Os tensiômetros foram instalados em intervalos de 15 cm, até a profundidade de 90 cm. As mudanças de tensões de umidade foram registradas diariamente, às 8 horas da manhã. Antes de cada irrigação, o solo foi amostrado nas profundidades de 0 - 15, 16 - 30, 31 - 45, 46 - 60 e 61 - 90 cm e levado à estufa, a 105°C, para determinação do teor de umidade correspondente, com base no peso do solo seco.

As irrigações, quando necessárias, foram feitas através de sífoes de 1/2" de diâmetro, sob carga constante de 10 cm, usando-se o método de sulcos para distribuição de água dentro da parcela. A camada de solo irrigada foi estabelecida em 45 cm.

Os valores de evapotranspiração real (ET) e as perdas de água por drenagem interna, para cada cultivar e perío-

TABELA 1. Características climáticas do CPAC, durante o período experimental (junho-setembro, 1976). Os dados entre parêntesis correspondem às médias de 35 anos da localidade de Formosa, GO.

Variável climática	Meses							
	Junho		Julho		Agosto		Setembro	
Temperatura máxima média (°C)	26,76	(26,4)	23,69	(26,3)	28,84	(28,4)	27,97	(30,1)
Temperatura mínima média (°C)	13,63	(13,1)	12,68	(12,6)	15,30	(13,7)	17,14	(16,2)
Temperatura média (°C)	20,19	(19,0)	19,53	(18,9)	22,53	(20,7)	22,07	(22,8)
Precipitação (mm)	0,0	(3,2)	12,1	(5,5)	3,6	(2,5)	140,7	(30,0)
Evaporação tanque classe A (mm/dia)	5,56		5,89		7,23		4,90	
Velocidade do vento (m/seg)	0,86		0,99		1,09		1,18	
Umidade relativa média (%)	51,0	(66,0)	52,1	(59,4)	47,4	(49,6)	60,7	(51,7)
Radiação solar (cal. cm ⁻² . dia ⁻²)	418,8		450,8		459,0		353,3	

TABELA 2. Características físico-químicas do Latossolo Vermelho-Escuro do local do experimento.

Profundidade do solo (cm)	P	K	Al	Ca+ Mg	pH água	Densidade aparente g.cm ⁻³	Argila natural (%)	Água disponível (mm)	Velocidade de infiltração (cm. h ⁻¹)
	disponíveis (ppm)		extraível (mEq/100 g)						
0 - 15	9,25	68,75	0,54	1,70	5,05	1,06	14	15	17 - 22
16 - 30	1,33	35,08	0,91	0,83	4,85	1,06	6	15	17 - 22

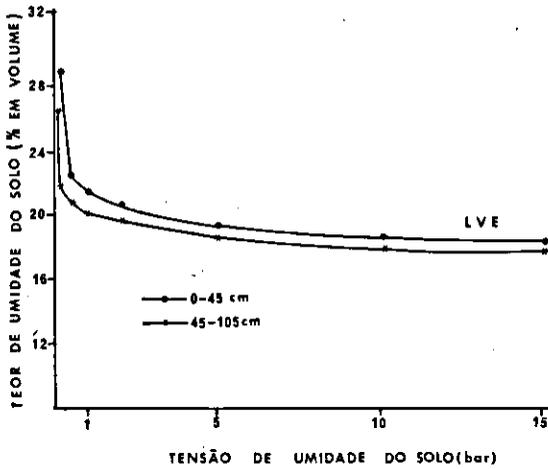


FIG. 1. Curva da tensão de umidade do solo (0,1 - 15 bares) para o Latossolo Vermelho-Escuro (Typic Haplustox) do CPAC.

do entre irrigações, foram estimados usando-se o método de balanço hídrico descrito por Reichardt (1974). Os dados de condutividade hidráulica, necessários aos cálculos, foram estimados de acordo com Wolf (1975). Os coeficientes de evapotranspiração da cultura (Kc) foram calculados a partir da fórmula de evapotranspiração potencial (ET_o) de Blaney e Criddle, onde ET (cultura) = Kc . ET_o.

As cultivares introduzidas e nativas foram colhidas de 88 a 104 dias após a semeadura, respectivamente. Os rendimentos foram estimados com base na produção de área útil de cada parcela.

Os valores do potencial de água na folha (ψ_L) foram obtidos segundo os procedimentos descritos por Frank & Harris (1973). As medições foram feitas na segunda folha da planta, de cima para baixo, durante o estágio de floração, às 8h da manhã.

Os valores de índice de área foliar (IAF) foram determinados de acordo com Palaniswamy & Gomez (1974), multiplicando-se comprimento e largura da folha por 0,75. Os dados foram coletados em intervalos de três semanas.

Registraram-se, semanalmente, os estágios de crescimento da planta, usando-se as escalas de Haun (1973) e Feeks - Large, descritas por Petterson (1965). Durante o estágio de maturação, estimaram-se o peso e o comprimento radicular, usando-se os procedimentos preconizados por Newman (1966).

RESULTADOS

Índice de área foliar

Os valores de IAF obtidos, representados na Fig. 2, variaram de 2,2 a 7,5 para as cultivares IAS-55 e BH-1146, respectivamente, no tratamento de mínima tensão, 0,35 bar, enquanto que no trata-

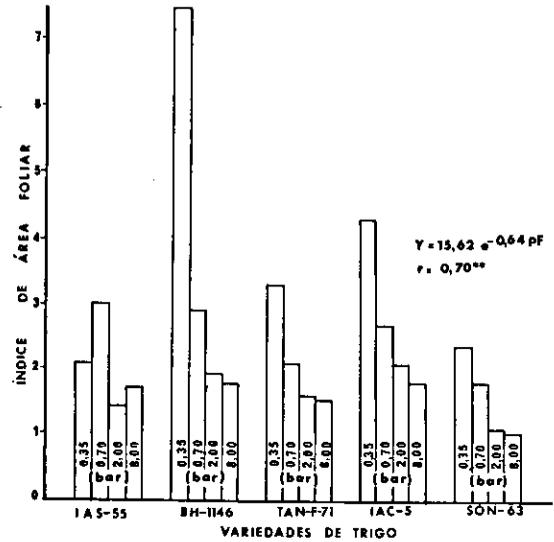


FIG. 2. Efeito da tensão de água no solo sobre o índice de área foliar (IAF), no período da floração, em cultivares de trigo.

mento de 8,0 bares, os valores de IAF variaram de 1,80 a 1,05 para as cultivares BH-1146 e Sonora-63, respectivamente. Nos tratamentos de tensões de água mais altas, as diferenças não foram tão evidentes. Em todos os tratamentos, as cultivares nativas apresentaram índices de área foliar maiores do que os das anãs introduzidas, mostrando que se adaptam melhor às condições ambientais da região.

Como mostra a Fig. 2, o aumento de tensão de água no solo resultou em decréscimo de IAF, sendo esta relação correlacionada significativamente ($r = 0,70^{**}$), segundo a função $IAF = 15,62 e^{-0,64 PF}$. O efeito mais evidente foi nos tratamentos de 0,35 e 0,7 bar.

Potencial de água na folha

Conforme a Tabela 3, os resultados de potencial de água na folha (ψ_L) indicam que as cultivares nativas foram mais resistentes ao déficit hídrico no solo do que as introduzidas. Em todos os tratamentos, as cultivares anãs atingiram valores máximos de ψ_L , surgindo a Sonora-63 como a mais sensível aos regimes de tensões de água no solo.

Com o aumento de tensão de água no solo, o ψ_L decresceu, variando em geral de -12,16 a -19,70 bares, para as cultivares IAC-5 e Tanori-F-71, respectivamente, no tratamento de 0,35 bar.

TABELA 3. Efeito da tensão de água do solo no potencial de água na folha, durante o estágio de floração.

Cultivares	Tensão de água no solo (bar)			
	0,35	0,70	2,00	8,00
	Potencial de água na folha (bar)			
IAS-55	- 16,22	- 15,66	- 19,37	- 21,43
BH-1146	- 14,81	- 18,12	- 20,14	- 23,53
Tanori-F-71	- 19,70	- 19,33	- 24,55	- 24,84
IAC-5	- 12,63	- 13,85	- 18,07	- 21,17
Sonora-63	- 17,43	- 22,48	- 22,48	- 27,59

Para o tratamento de 8,0 bares, as mesmas cultivares apresentaram uma variação de -21,17 a -27,59 bares.

Entre as cultivares nativas, IAC-5 e IAS-55 foram as que mostraram maiores valores de potencial de água na folha, sugerindo que a faixa de tensão de água no solo ótima para o desenvolvimento da planta foi de 0,1 a 2,0 bares, particularmente para a cultivar IAC-5.

As percentagens de água extraída do solo pelas plantas, representadas na Fig. 3, mostram que as cultivares Sonora-63 e Tanori-F-71 tiveram o sistema radicular desenvolvido, em maior percentagem, na camada de 0 - 15 cm. Esse fato pode explicar, em parte, os valores baixos de ψL encontrados.

O comprimento e peso radicular, em todas as cultivares, não foram relacionados com o regime de tensão de água no solo. Por outro lado, a relação obtida entre o desenvolvimento da parte aérea da planta e o peso radicular foi estabelecida com as cultivares e a tensão de água no solo, conforme mostra a Tabela 4.

TABELA 4. Efeito da tensão de água no solo sobre a relação entre o peso da parte aérea da planta (Pa) e peso radicular (Pr), durante o estágio de floração.

Cultivares	Relação Pa/Pr			
	Tensão de água no solo (bar)			
	0,35	0,70	2,00	8,00
IAS-55	7,78	3,64	2,73	1,78
BH-1146	10,04	7,61	8,90	5,08
Tanori-F-71	9,11	3,68	3,85	3,72
IAC-5	5,18	6,14	8,45	2,61
Sonora-63	10,66	7,81	4,50	2,29

Evapotranspiração real

Os valores dos coeficientes de correlação obtidos entre as fórmulas de Hargreaves, Penman, Thornthwaite, Blaney-Criddle, radiação solar e dados de tanque de evaporação classe A estão mostrados na Tabela 5. Os dados obtidos através do tanque de evaporação classe A seriam normalmente preferidos aos demais para estimativa dos coefi-

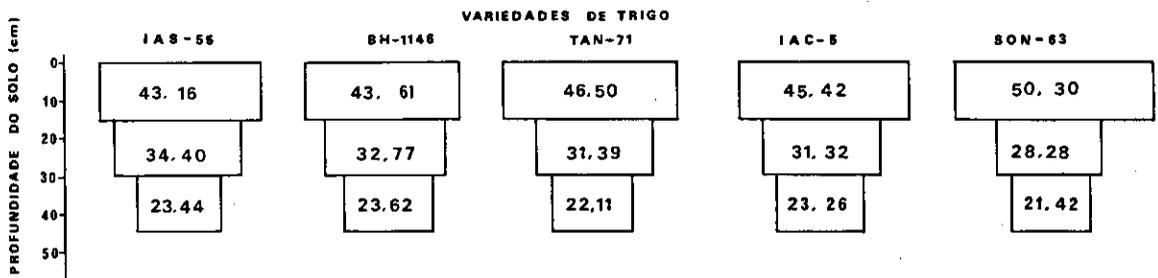


FIG. 3. Extração média de água, em percentagem, pelo sistema radicular das variedades de trigo, em diferentes regimes de tensão de água no solo, no período da floração.

TABELA 5. Coeficientes de correlação entre as fórmulas usuais de evapotranspiração e dados de evaporação do tanque classe A, para as condições de clima prevalentes na época do experimento. (junho-setembro, 1976).

	Fórmulas				
	Hargreaves	Penman ⁺	Thornthwaite ⁺	Blaney-Criddle ⁺	Radiação solar ⁺
Tanque de evaporação classe A	0,182	0,396***	0,224	0,583***	0,485***

*** $P \geq 0.01$ ⁺ Métodos de cálculo propostos por Doorenbos & Pruitt (1975).

cientes de evapotranspiração (Kc), a partir da relação $ET(\text{trigo}) = ETo \times Kc$, onde ETo representa a evapotranspiração potencial. Porém, os dados de evaporação do tanque classe A registraram-se acima do normal. Isso se deveu a materiais de ferro usados em sua construção, que, provavelmente, provocaram aquecimento excessivo da água.

Considerando-se esses aspectos, optou-se pela fórmula de Blaney-Criddle para a determinação da evapotranspiração potencial, uma vez que foi bem correlacionada com a evapotranspiração real da cultura (ET), ($r = 0,70^{**}$).

Os coeficientes de evapotranspiração, para as cinco cultivares, durante a época de floração e sob diferentes regimes de tensão de água no solo estão indicados na Fig. 4. Eles mostram que os valores de ET decresceram com o aumento da tensão de água no solo e que as cultivares Sonora-63 e Tanori-F-71 apresentaram valores de evapotranspiração real, cerca de 50% daqueles mostrados pelas cultivares nativas. Observou-se, por outro lado, que a

cultivar Sonora-63 foi menos sensível ao déficit de água que a Tanori-F-71.

Os valores máximos de Kc foram encontrados no tratamento de 0,35 bar, correspondendo a uma ET de 5,8 e 3,1 mm/dia para as cultivares BH-1146 e Sonora 63, respectivamente. No tratamento de 8,0 bares, os valores máximos de ET foram 3,74 e 2,1 mm/dia, para as cultivares BH-1146 e Tanori-F-71, respectivamente.

A curva traçada com os valores médios de Kc obtidos durante os diferentes períodos de crescimento das plantas assemelha-se àquela descrita por Millar & Denmead (1976). As diferenças entre os valores de Kc encontrados são evidentes durante os estágios de desenvolvimento vegetativo e maturação.

A evapotranspiração real (ET) foi também relacionada significativamente, ($r = 0,74^{**}$) com o índice de área foliar (IAF), tendo como relação: $ET(\text{total}) = 1,16 + 1,01 \text{ IAF}$. A Fig. 5 mostra que o IAF aumentou com a ET, indicando que o principal efeito da tensão de água no solo foi reduzir o IAF da cultura, de acordo com sua sensibilidade, sendo mais significativa quando a tensão de água no solo aumentou.

Balanço hídrico do solo

Os resultados do balanço hídrico do solo, mostrados na Fig. 6, indicam que a tensão de água no solo afetou consideravelmente a evapotranspiração real.

Quando a tensão de água no solo aumentou, a ET diminuiu, afetando em maior escala as cultivares BH-1146, Tanori-F-71 e IAC-5. A variação no uso total de água, durante o ciclo de cultivo, no tratamento de 0,35 bar, foi de 320 a 187 mm para as cultivares BH-1146 e Sonora-63, respectivamente. No tratamento de 8,0 bares, a variação foi de

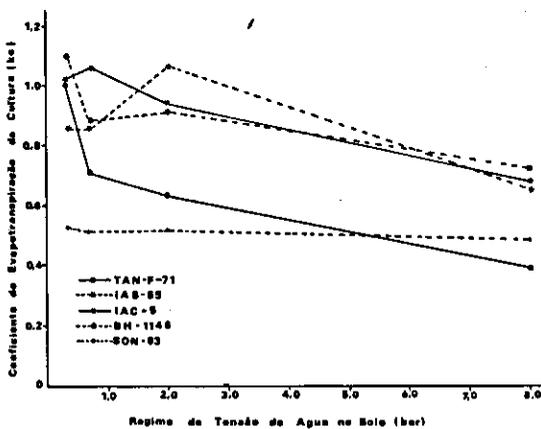


FIG. 4. Efeito da tensão de água no solo sobre os coeficientes de evapotranspiração (Kc) mostrados por cultivares de trigo no período da floração.

195 a 145 mm para as cultivares BH-1146 e Tanori-F-71, respectivamente, sugerindo que as diferenças de uso de água entre as cultivares tendem a diminuir, quando o regime de tensão de água no solo aumenta acima de 2,0 bares.

As perdas por drenagem interna (U), para o tratamento de 0,35 bar, foram ligeiramente superiores

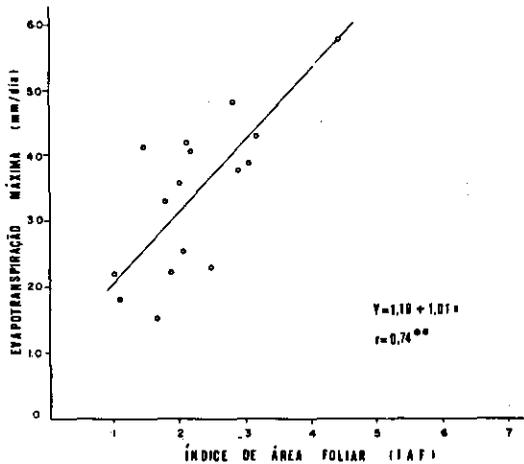


FIG. 5. Relação entre Índice de área foliar (IAF) e evapotranspiração total, das cultivares de trigo sob diferentes regimes de tensão de água no solo.

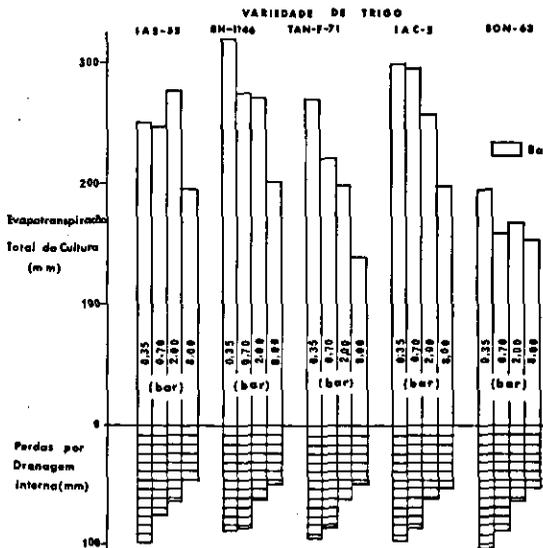


FIG. 6. Efeito do regime de tensão de água no solo nas perdas por drenagem interna (U) e na evapotranspiração total (ET total), apresentadas pelas cultivares de trigo.

res a 30% da ET. Tais perdas foram reduzidas nos tratamentos de maior tensão de água.

As necessidades totais de água (ET + U) para as cultivares, no tratamento de 0,35 bar, variaram de 400,3 mm para BH-1146 e 297,9 mm, para a Sonora-63, sendo que para o tratamento de 8,0 bares, as necessidades totais de água foram de 263,53 mm para a BH-1146 e de 193,78 mm, para a Tanori-F-71. Isso sugere que as cultivares nativas usaram mais água, em todos os tratamentos, do que as introduzidas.

Rendimentos

Os rendimentos foram diretamente afetados pelos tratamentos de tensão de água no solo. Com o aumento de tensão de água no solo, os rendimentos (Y) decresceram, sendo relacionados significativamente ($r = 0,74^{**}$), de acordo com a seguinte equação linear: $Y = 7.059,6 - 1.613,2 pF$. As cultivares brasileiras apresentaram os mais altos rendimentos em todos os tratamentos, como mostra a Fig. 7, sendo que o efeito da tensão de água no solo sobre o rendimento foi mais importante do que as diferenças entre as cultivares.

A redução dos rendimentos médios, para todas as cultivares, no tratamento de 8,0 bares, foi de 26 a 37% do máximo conseguido nas respectivas cultivares, no tratamento de 0,35 bar.

Os rendimentos foram correlacionados significativamente ($r = 0,90^{**}$) com a evapotranspiração total exibida pelas cultivares, segundo a relação $Y = 2,427 + 18,99 ET$ (total). O rendimento da cultura aumentou com o total de água evapotrans-

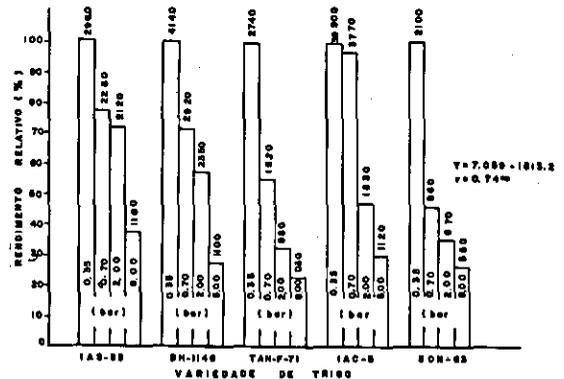


FIG. 7. Efeito do regime de tensão de água no solo (bar) sobre os rendimentos relativos (%) e absolutos (algarismos sobre as barras, em kg/ha) apresentados pelas cultivares de trigo.

pirada durante todo o ciclo, como se observa na Fig. 8. Isto sugere que, sendo provida suficiente quantidade de água para a cultura, seria necessário desenvolver técnicas para a obtenção de máximo uso consuntivo pela planta, uma vez que os rendimentos parecem estar fortemente dependentes da sua capacidade de transpiração.

A menor quantidade de água extraída do solo pelas cultivares Sonora-63 e Tanori-F-71 se deveu, aparentemente, à presença de um fator limitante no solo, provavelmente a toxidez de Al, concorrendo para a redução dos respectivos rendimentos.

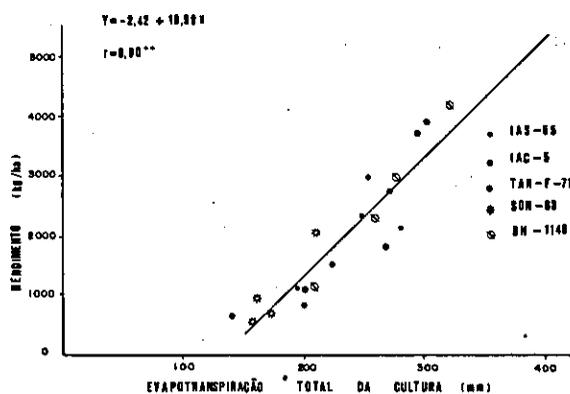


FIG. 8. Relação entre a evapotranspiração total e os rendimentos das cultivares de trigo sob diferentes regimes de tensão de água no solo.

DISCUSSÃO

Eficiência de uso e manejo de água no solo

De acordo com Flinn (1971), os parâmetros relevantes na determinação do grau de déficit hídrico de uma planta estão representados pela velocidade de extração de água do solo por suas raízes e a velocidade de perda de água através da transpiração. À medida que o teor de umidade na zona radicular diminuiu, o potencial de água decresceu até atingir um ponto onde as raízes das plantas não mais podem extrair água do solo com suficiente rapidez para atender a suas necessidades de transpiração, quando então murcham.

Denmead & Millar (1976a, b) estabeleceram que o nível crítico do potencial de água na folha, para plantas de trigo, é de -19 bares, onde, então, é induzido o fechamento estomatal. Em relação ao presente, esse valor foi atingido por todas as varie-

dades no tratamento de 8,0 bares, bem como, no tratamento de 2,0 bares, com exceção do IAS-55, e por Tanori-F-71, em 0,70 bar.

Fleming (1964) introduziu o conceito de que a "velocidade de extração de água" do solo para a superfície transpirante da planta, a qual é dependente das condições de umidade existentes no solo, na zona radicular, possui valores limitantes. Assim, toda vez que a velocidade de extração de água se torna menor que a evapotranspiração potencial, o crescimento é geralmente reduzido.

Isso concorda com o ponto de vista largamente aceito de que qualquer redução da tensão de água no solo diminui o crescimento da planta e que, quanto mais severa for a redução, mais grave será seu efeito. O conceito de 15 bares, como ponto de murchamento, em geral, das plantas, não é mais válido em relação à redução do crescimento, devido ao déficit hídrico.

Neste trabalho, foi encontrado que, no tratamento considerado como ótimo suprimento de água (0,35 bar), as cultivares de trigo diferiram na sua habilidade de transpiração, e a evapotranspiração potencial não foi atingida pelas cultivares introduzidas, mesmo nos casos em que a "velocidade de transmissão de água do solo" chegou ao máximo.

De acordo com Shimshi (1973), sob condições onde a umidade do solo não limita o desenvolvimento do trigo, a evapotranspiração da cultura atinge um máximo de 3 mm/dia durante o estágio de cobertura máxima do solo. Nesse caso, a evapotranspiração total durante o ciclo da planta é cerca de 379 - 460 mm, independentemente do potencial de rendimento das cultivares. Isso concorda parcialmente com os resultados deste trabalho, uma vez que o gasto total de água, para as cultivares de máximo rendimento, foi de 400 mm, incluindo as perdas por drenagem interna.

Os rendimentos de matéria seca e grão obtidos foram estreitamente relacionados com a eficiência de uso de água pela planta (e, conseqüentemente maior resistência à seca), confirmando observações de Hanks (1974). As cultivares BH-1146 e IAC-5 foram mais eficientes nas tensões de 0,3 e 0,7 bar, correspondendo à irrigação com frequência de quatro a oito dias. As cultivares BH-1146, IAS-55 e IAC-5 também se mostraram

melhor adaptadas para uma frequência de irrigação de doze dias (tratamento 2,0 bares). A situação se repete para o tratamento de 8,0 bares, com frequência de irrigação de 16 a 18 dias, considerando-se o estágio de máximo crescimento vegetativo, como se mostra na Tabela 6.

Silva et al. (1976) têm indicado que as cultivares IAC-5 e BH-1146 são melhor adaptadas a solo virgem de cerrados, devido à sua resistência a altos níveis de acidez e ao déficit de água no solo. Porém, sob condições de solos com alta fertilidade, sem excessos de Al e com irrigação disponível, as cultivares IAS-55, IAC-5, Sonora-63 e Tanori-F-71 são também opções aceitáveis para agricultura.

Rawlings & Raats (1975) indicaram que o rendimento de cultura é máximo somente quando o potencial de água no solo permanece alto durante o ciclo de cultivo e que parece não haver vantagem em permitir a redução da tensão de água na planta.

Segundo Hillel & Guron (1973), a função que relaciona produção com evapotranspiração, mesmo sendo linear, não começa na origem, demonstrando haver um valor inicial de evapotranspiração onde a produção é negligível, variando de 250 a 300 mm. Neste trabalho, como mostra a Fig. 7, tal valor inicial foi também observado, sendo um pouco menos, variando de 150 a 180 mm.

Em Israel, de acordo com Hillel (1971), tratamentos com solos mais úmidos renderam 2,3 vezes mais grãos do que tratamentos com solos mais secos, usando-se somente 1,3 vezes mais água. Neste ensaio, a eficiência do uso de água (kg/ha/mm), no tratamento de 0,35 bar, teve aumento de

uso de água de apenas 1,07 e 1,2, para as cultivares BH-1146 e Sonora-63, respectivamente, conforme pode ser constatado na Fig. 9.

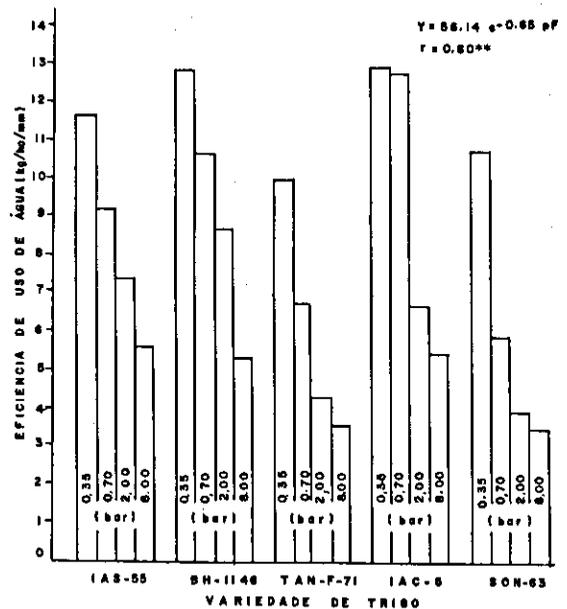


FIG. 9. Efeito de regime de tensão de água no solo (bar) sobre a eficiência de uso de água (kg/ha/mm) pelas cultivares de trigo.

CONCLUSÕES

1. A eficiência de uso de água ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$) foi independente das cultivares e variou de 11 a 13, para o tratamento de 0,35 bar e de 3,5 a 5,0, para o de 8,0 bares.
2. Na época da floração, a ET das cultivares Tanori-F-71 e BH-1146 atingiu valores médios de 3,1

TABELA 6. Características do manejo de água no experimento.

	Tensão de água no solo (bar)			
	0,35	0,70	2,0	8,0
Frequência de irrigação (durante estágio de máximo desenvolvimento da planta) (dias)	4 - 5	7 - 8	10 - 12	15 - 17
Camada de solo irrigada (cm) (cm)	45	45	45	45
Eficiência de aplicação de água (%)	80	80	80	80
Número total de irrigação * após a emergência	11(10)**	7(6)	6(5)	4(3)
Total de água aplicada (m^3/ha)	3.780(3.510)	3.834(3.402)	3.726(3.240)	2.970(2.430)

* Todos os tratamentos receberam três irrigações de $270 \text{ m}^3/\text{ha}$ de água, no período entre semeadura e emergência.

** As cultivares Sonora-63 e Tanori-F-71 receberam uma irrigação a menos, em todos os tratamentos em relação às demais.

e 5,8 mm/dia, respectivamente, no tratamento de 0,35 bar e de 2,1 e 3,4 mm/dia no tratamento de 8,0 bares. A evapotranspiração total para as cultivares Sonora-63 e BH-1146 atingiu valores de 187 e 320 mm, respectivamente, no tratamento de 0,35 bar, e de 145 e 195 mm, para as cultivares Tanori-F-71 e BH-1146, respectivamente, no tratamento de 8,0 bares. As perdas por drenagem interna somaram aproximadamente 30% da ET total.

3. Verificou-se decréscimo do rendimento da cultura com o aumento da tensão de água no solo, sendo as cultivares nativas as mais resistentes à diminuição de água disponível no solo.

4. O comprimento radicular total não foi afetado pela tensão de água no solo, ficando restrito aos primeiros 20 cm, sugerindo a presença de alumínio tóxico.

5. A otimização do uso de água pelas cultivares de trigo estudadas, sob regime de irrigação, pode ser alcançada mantendo-se a tensão de água no solo em níveis elevados, através da aplicação de água com alta frequência.

6. Os maiores rendimentos, até 4.100 kg/ha, foram obtidos com frequência de irrigação de três a cinco dias, durante o período de máximo desenvolvimento da cultura.

REFERÊNCIAS

- DENMEAD, O.T. & MILLAR, B.D. Field studies of the conductance of wheat leaves and transpiration. *Agron. J.*, 68:307-11, 1976a.
- _____. & _____. Water transport in wheat plants in the field. *Agron. J.*, 68:297-303, 1976b.
- DOORENBOS, J. & PRUITT, W.O. Guidelines for predicting crop water requirements. Roma, FAO, 1975. 179 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 24).
- FLEMING, P.M. A water budget method to predict plant response and irrigation requirements for widely varying evaporative conditions. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF AGRICULTURAL ENGINEERING, 6., Geneva, 1964. Proceedings. p. 108-20.
- FLINN, J.C. The simulation of crop-irrigation systems. In: DENT, J.B. & ANDERSON, J.R., ed. System analysis in agricultural management. Australia, John Wiley and Sons. Australia Pty. Ltd., 1971. p. 123-51.
- FRANK, A.B. & HARRIS, D.G. Measurement of leaf water potential in wheat with a pressure chamber. *Agron. J.*, 65:334-5, 1973.
- HAUN, J.R. Visual quantification of wheat development. *Agron. J.*, 65:116-9, 1973.
- HANKS, R.J. Model for predicting plant yield as influenced by water use. *Agron. J.*, 66:660-5, 1974.
- HILLEL, D. Soil and water; physical principles and process. New York, Academic Press, 1971. 288 p.
- _____. & GURON, Y. Relation between evapotranspiration rate and maize yield. *Water Resour. Res.*, 9(3):743-8, 1973.
- MILLAR, B.D. & DENMEAD, D.T. Water relations of wheat leaves in field. *Agron. J.*, 68:303-7, 1976.
- NEWMAN, E.L. A method of estimating the total length of root in a sample. *J. Appl. Biol.*, 3:139-45, 1966.
- PALANISWANY, K.M. & GOMES, K.A. Length-width method for estimating leaf area of rice. *Agron. J.*, 66:430-3, 1974.
- PETTERSON, R.F. Wheat; botany, cultivation, and utilization. In: _____. World crops. New York, Books S.P. Interscience, 1965. p. 21-4.
- PRUNTEL, J. Water availability and soil suitability for irrigation water impoundments in the Federal District. Ithaca, N.Y., Cornell University, 1975. 113 p. Tese.
- RAWLINGS, S.L. & RAATS, P.A.C. Prospects for high-frequency irrigation. *Science*, 188:604-10, 1975.
- REICHARDT, K. Determinação da condutividade hidráulica em condições de campo para estimativa da drenagem profunda em balanços hídricos. Piracicaba, S.P., CENA, 1974. 12 p. (BD-015).
- SHIMSHI, D. The irrigation of wheat. In: YARON, B.; DANFORS, E. & VAADIA, Y. ed. Arid zone irrigation. Berlin, Springer-Verlag, 1973 p. 369-73.
- SILVA, A.R. da.; LEITE, J.C.; MAGALHÃES, G.C.A.J. & NEUMAIER, N. A cultura do trigo irrigado nos cerrados do Brasil Central. Brasília, EMBRAPA-CPAC, 1976. 70 p. (EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 1).
- WOLF, J.M. Water constraints to corn production in Central Brazil. Ithaca, N.Y., Cornell University, 1975. 199 p. Tese Doutorado.