

TRIGO: EFEITO DE TRÊS FAIXAS DE UMIDADE NA EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL E NA PRODUÇÃO DE GRÃOS E SEUS COMPONENTES (1)

JOSÉ GUILHERME DE FREITAS (2,6), ANTONIO AMÉRICO CARDOSO (3),
CARLOS SIGUEYUKI SEDIYAMA (3), PAULO AFONSO FERREIRA (4)
e WALDEMAR DE MOURA FILHO (5)

RESUMO

O experimento foi realizado em casa de vegetação do campus da Universidade Federal de Viçosa (MG) em maio-agosto de 1980/81, para verificar o efeito de três níveis de água armazenada no solo (40-60, 60-80 e 80-100% da sua capacidade máxima de armazenamento de água) sobre a produção de grãos, seus componentes e a evapotranspiração real dos cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) BH-1146, PEL A.506/62 e Alondra-S-46. O experimento foi conduzido em vasos com capacidade de 5 litros com solo Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico fase terraço. Os aumentos da produção de grãos, número e peso de grãos, número e comprimento da espiga, número total de espiguetas, número de espiguetas sem grãos e evapotranspiração real foram maiores na mudança da faixa de umidade de 40-60 para 60-80%, do que 60-80 para 80-100% da água armazenada no solo. O maior consumo de água ocorreu no início da emergência da espiga até o estágio farináceo, e este período deveria coincidir com a época de maior disponibilidade de água no solo, quer por irrigação, quer por precipitação pluvial. A evapotranspiração real elevou-se com o aumento da água disponível no solo. Para os três cultivares de trigo, as faixas de umidade limitantes para as características estudadas foram 60-80% de água armazenada no solo ou potenciais de água

(1) Trabalho de Tese de Mestrado apresentado junto ao Departamento de Fitotecnia – UFV Viçosa (MG), 1982. Recebido para publicação em 19 de maio de 1983.

(2) Seção de Arroz e Cereais de Inverno, Instituto Agronômico, Caixa Postal 28, 13100 Campinas (SP).

(3) Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa – UFV (MG).

(4) Departamento de Engenharia Agrícola, UFV.

(5) Departamento de Solo, UFV.

(6) Com bolsa de suplementação do CNPq.

de $-0,50$ a $-0,03$ MPa no estágio de desenvolvimento vegetativo, e de 80-100% de água armazenada no solo ou potenciais de água de $-0,03$ a $-0,01$ MPa no estágio de desenvolvimento reprodutivo.

Termos de indexação: trigo; *Triticum aestivum* L.; potenciais de água; evapotranspiração real; produção de grãos; componentes de produção.

1. INTRODUÇÃO

A produtividade vegetal pode ser diminuída pela baixa disponibilidade de água no solo, o que pode ocasionar déficit hídrico acentuado na planta. Isso ocorre pelas características qualitativas e quantitativas da água, tornando-a um dos fatores mais limitantes na produção agrícola mundial.

Os cereais de maior produção e consumo têm uma distribuição geográfica bastante ampla. Entre eles, o trigo ocupa o primeiro lugar no mundo, tanto em produção quanto em consumo pelo homem; no entanto, é cultivado predominantemente em condições de sequeiro, sendo irrigada somente pequena proporção. Portanto, sua produtividade pode ser diminuída pela baixa disponibilidade d'água no solo, que freqüentemente ocorre nas condições de trigo de sequeiro, podendo transformar-se em déficit hídrico dentro das células da planta (LEVITT, 1972).

No Brasil, o trigo é cultivado em períodos de menores índices pluviométricos, sofrendo restrição na disponibilidade de água, com exceção dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina e do Sul do Paraná. O conhecimento do estágio de desenvolvimento da planta mais sensível ao déficit hídrico é importante, pois permite melhor manejo da cultura para coincidir este com o período de maior precipitação pluvial, e que, no caso do trigo, segundo WARDLAW (1971) ocorre próximo à antese. Também é importante conhecer a evapotranspiração real (perda de água na forma de vapor pelo solo e pela planta), para verificar o estágio de desenvolvimento do trigo em que ela é maior, visando fazê-la coincidir com os períodos de maiores precipitações ou para aplicação da lâmina de água suficiente (WALDREN et alii, 1979).

O ciclo do trigo pode ser dividido em nove estádios de desenvolvimento (WALDREN & FLOWERDAY, 1979). Em ensaio preliminar, porém, verificou-se que para este estudo seria melhor dividi-lo em cinco estádios, devido à facilidade da identificação visual.

Os desenvolvimentos dos cinco estádios são: o primeiro, da emergência da plântula até o início da emergência da terceira folha, quando começa o segundo estágio, continuando até o perfilhamento intensivo, onde inicia o terceiro estágio, que vai até o início da emergência da espiga; daí

principia o quarto estágio, prosseguindo até a fase farinácea; aí se inicia o quinto estágio, terminando na colheita do trigo. No primeiro estágio, desenvolve-se o número total de espiguetas e, no primeiro e no segundo, o número de espigas. O comprimento da espiga desenvolve-se durante os três primeiros estágios de desenvolvimento. O número de espiguetas sem grãos e o de grãos por espiga têm seu desenvolvimento durante o quarto estágio. O peso da matéria seca de um grão é determinado no quarto e quinto estágio de desenvolvimento do trigo, conforme tabela de Fekes, apresentada por BOYELDIEU (1980) e em ensaio preliminar, realizado para selecionar as faixas de umidade e os cultivares mais indicados.

O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de verificar o efeito de três faixas de água armazenadas no solo sobre a evaporação real, produção de grãos e componentes da produção de grãos, assim como determinar o limite mínimo de água armazenada no solo para que a produtividade não seja grandemente afetada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação da Universidade Federal de Viçosa (MG), no ano agrícola 1980/81. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com nove tratamentos, constituídos pela combinação de três cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) e três faixas de umidade: 40-60, 60-80 e 80-100% da capacidade máxima de água armazenada no solo. Empregaram-se doze repetições, cinco das quais para corrigir o peso dos vasos, devido ao aumento da matéria vegetal de cada unidade experimental, em cada estágio de desenvolvimento do trigo. O teste de Tukey foi usado ao nível de 5% para comparar as médias.

Cada unidade experimental constituiu-se de um vaso plástico, pintado com tinta alumínio, para evitar o aquecimento lateral, resultante da incidência dos raios solares. O vaso continha 5 kg do material do solo Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico fase terraço, retirado da camada de 0-15 cm de profundidade. Esse material ficou exposto ao sol, foi peneirado (peneira de 4mm) e novamente colocado ao sol até atingir a umidade higroscópica. Em seguida, encheram-se os vasos com material desse solo, retirando-se de cada dois vasos uma amostra, que foi subdividida, para análise química e física. Determinaram-se os níveis de potássio e de fósforo extraíveis, os níveis de cálcio, magnésio e alumínio trocáveis e o pH do solo em água, na proporção de 10 gramas do solo para 25 ml de água. Como ocorreu alumínio trocável e por ser o trigo sensível a esse elemento (CAMARGO et alii, 1980), fez-se calagem 40 dias antes da semeadura, na base de 2 g de carbonato de cálcio e 0,5 g de carbonato de magnésio por vaso. A adubação foi de 1,7 g

da fórmula 30:30:20 (N:P₂O₅:K₂O) por unidade experimental. Aplicou-se 1/3 do nitrogênio na sementeira, juntamente com o fósforo e potássio, e os 2/3 restantes no estágio de “emborrachamento”. Os resultados das análises químicas e físicas são apresentados no quadro 1.

Fez-se rodízio dos vasos no sentido do comprimento, da largura e da diagonal das mesas que os continham e deu-se um giro de 180° em torno deles, duas vezes por semana.

A curva de retenção de água no solo foi obtida pelo método de RICHARDS (1941), sendo os resultados apresentados na figura 1. Determinou-se a capacidade máxima de água armazenada no solo pelo método da coluna (FERNANDES & SYKES, 1968), sendo o valor admitido a média das maiores umidades determinadas dois dias após a adição de água na coluna, umidades essas que não diferiram em mais de 1% (Figura 2).

Os pesos do material do solo (horizonte superficial deformado) das unidades experimentais foram corrigidos para terra fina seca na estufa (TFSE) a 105°.

Usaram-se dois cultivares de trigo de sequeiro, BH-1146 e Pel. A.506/62, originados, o primeiro, do extinto Instituto Agrônomo de Belo Horizonte (MG) e o segundo, do Centro Nacional de Trigo (CNT) EMBRAPA – Rio Grande do Sul, respectivamente com 115 e 120 dias de ciclo, ambos de porte alto e aristado, escolhidos pela sua origem diferente. O terceiro, ‘Alondra-S-46’ (AL-46), comumente cultivado em condições de irrigação, oriundo do Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT), México, com ciclo de 125 dias, porte médio e aristado.

Semearam-se dez sementes por vaso, à profundidade de 1,5 cm e, no início da emergência da terceira folha, foi efetuado desbaste para três plantas em cada um. Nessa ocasião, iniciou-se o estresse hídrico, baseado na determinação do peso total dos vasos (solo, água, planta e vaso) (EAVIS & TAYLOR, 1979, e PALACIO & GARZA, 1978). A unidade experimental foi etiquetada com os valores dos limites superior e inferior da faixa de umidade. Toda vez que o limite inferior era atingido, irrigava-se até que a balança indicasse em gramas o limite superior da faixa de umidade da unidade experimental (EAVIS & TAYLOR, 1979).

O valor máximo e o mínimo do peso total do vaso, correspondentes ao limite superior e ao inferior da faixa de umidade, foram corrigidos no final de cada estágio de desenvolvimento.

No ensaio preliminar, verificou-se que deveria trabalhar com três faixas de umidade para solo Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico fase terço. Trabalhou-se com cinco estádios de desenvolvimento no trigo, os quais foram descritos anteriormente.

Mediu-se o ganho de matéria úmida da parte aérea e radicular da

QUADRO 1 — Resultados da análise química e granulométrica das amostras do material do solo Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico fase terraço, usado no experimento

Material do solo	Características químicas				Características físicas			
	pH	Al ³⁺	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	K ⁺ P	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila
			meq. 100cm ⁻³	— ppm —		%		
Original	5,2	0,5	3,8	+100 13	25	18	14	43
Após calagem e adubação	5,5	—	4,7	+100 21	nd	nd	nd	nd

Obs.: nd = não determinado.

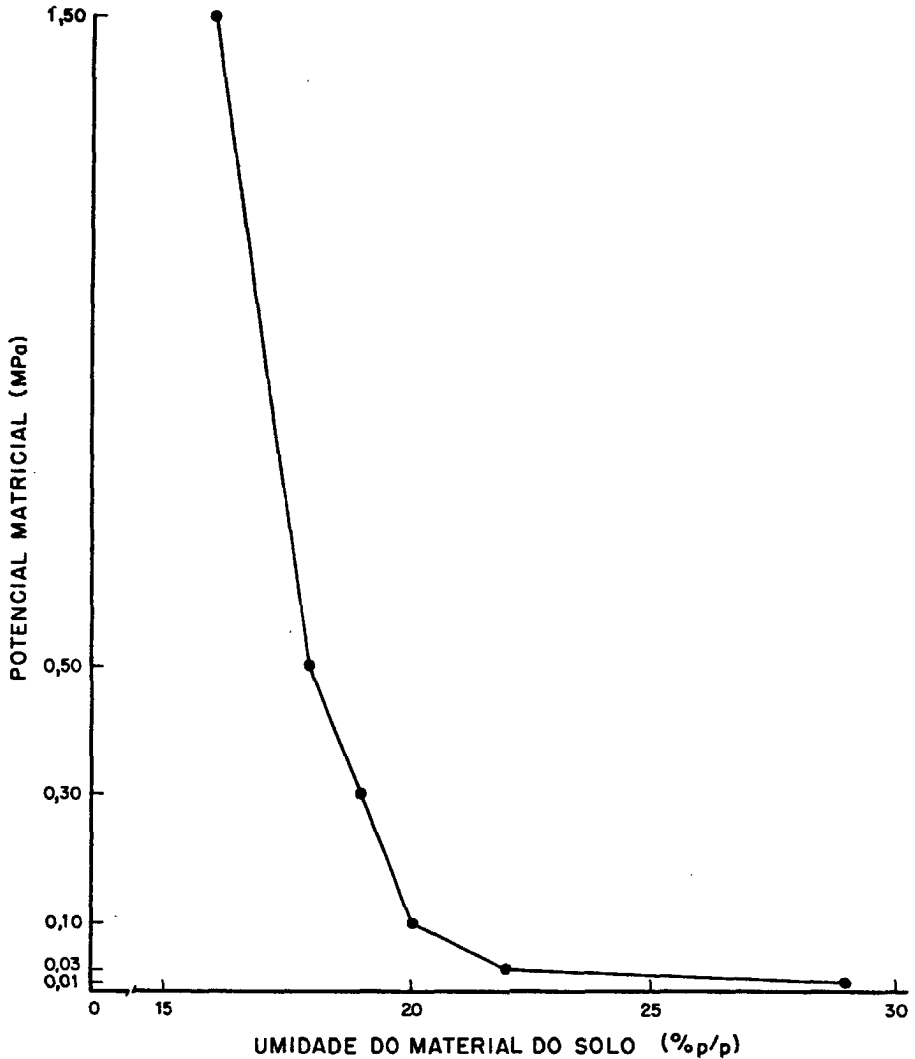


FIGURA 1 — Relação entre o potencial matricial e a porcentagem de umidade em peso (g/g).

planta de trigo, no final de cada estágio de desenvolvimento, à exceção do primeiro. Para isso, tomou-se uma repetição, ao acaso, por estágio, cortou-se a parte aérea ao nível do solo e pesou-se imediatamente. O sistema radicular foi separado do solo por lavagem com água de torneira. As raízes foram colocadas sobre papel hidrófilo, eliminando-se, assim, a água aderida

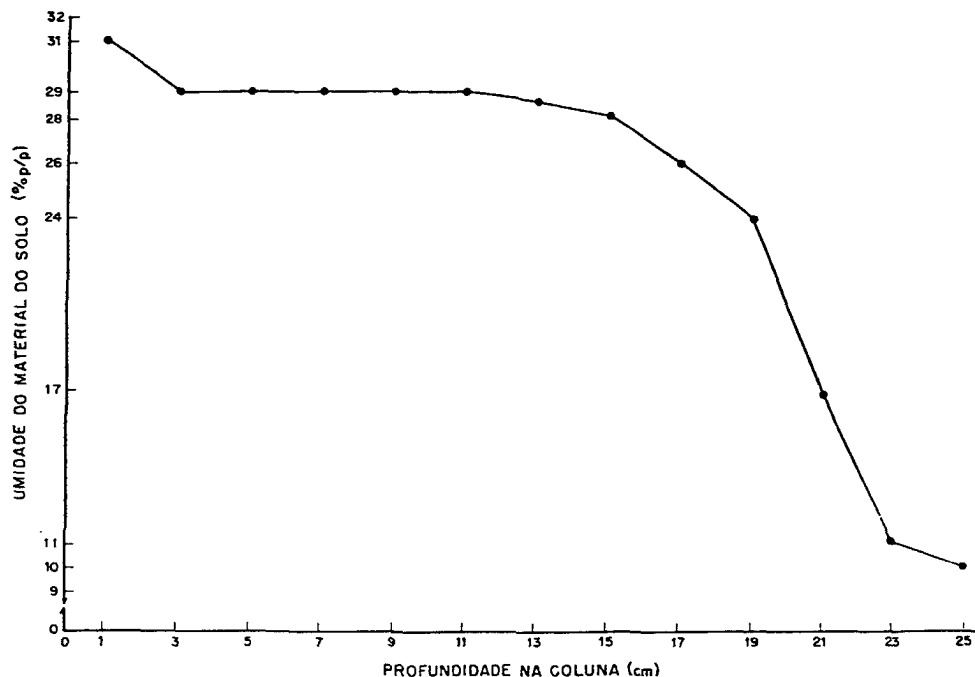


FIGURA 2 – Curva da porcentagem máxima da capacidade de água armazenada no material do solo Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico, fase terraço, pelo método da coluna.

ao exterior. Imediatamente foram pesadas, obtendo-se o ganho em gramas de matéria úmida dos estádios de desenvolvimento anteriores.

A evapotranspiração real foi medida por pesagem e toda vez que esse peso atingia o valor mínimo, correspondente ao extremo inferior da faixa de umidade, adicionava-se água até atingir o valor máximo da faixa. A evapotranspiração real, portanto, foi considerada a quantidade de água perdida pela planta e solo durante o ciclo do trigo.

A avaliação do número total de espiguetas, de espiguetas sem grãos por espiga e de espigas por unidade experimental foi obtida por contagem. Obteve-se o número de grãos por espiga por contagem após sua debulha. O comprimento da espiga foi medido a partir do primeiro nó até o ápice da última espiguetas, sem considerar a arista. O peso da matéria seca de um grão e o peso de grãos por unidade experimental foram obtidos após secagem em estufa a 75°C, durante 48 horas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análise de variância da produção de grãos e seus componentes

A análise de variância, apresentada no quadro 2, corresponde a todas as características estudadas, com exceção da evapotranspiração real. A fonte de variação cultivar foi significativa ao nível de 5% pelo teste F, para produção de grãos e número de espigas; a 1%, para número de espiguetas, comprimento de espigas, número de grãos, peso da matéria seca do grão, e não-significativa para número de espiguetas sem grãos.

A outra fonte de variação, faixa de umidade, foi significativa ao nível de 1% para todas as características mencionadas.

Uma terceira fonte de variação, a interação entre cultivar e faixa de umidade, foi significativa ao nível de 5% pelo teste F, para matéria seca do grão; a 1%, para comprimento da espiga, número de espiguetas sem grãos e número de grãos, e não-significativa para número de espiguetas, número de espigas e produção de grãos.

Com base no teste F da análise de variância, os resultados sugeriram que os componentes que mais variaram foram número de espigas por vaso e número de grãos por espiga, quando considerada a fonte de variação faixa de umidade.

QUADRO 2 – Análise de variância do número de espiguetas por espiga, número e comprimento da espiga, número de espiguetas sem grãos por espiga, número de grãos e matéria seca (M.S.) do grão por espiga e produção de grãos por unidade experimental. UFV, Viçosa (MG), 1980/81.

Fonte de variação	Quadrados médios							
	G.L.	Espiguetas/espiga	Espigas/vaso	Comprimento da espiga	Espiguetas sem grãos/espiga	Grãos/espiga	M.S. do grão	Produção grãos/vaso
		nº	nº	cm	nº	nº	mg	g
Cultivar (C)	2	10,35**	4,11*	11,82**	0,30 ^{ns}	326,62**	220,61**	3,80*
Faixa de umidade (FU)	2	225,35**	157,82**	64,85**	79,49**	4806,62**	626,36**	614,77**
C x FU	4	3,18 ^{ns}	1,11 ^{ns}	3,65**	3,16**	107,02**	45,19*	1,60 ^{ns}
Erro	54	1,39	0,84	0,31	0,59	10,90	11,29	0,98

*, ** = Significativos ao nível de 5 e 1%, respectivamente, pelo teste F. ns = não significativo.

3.2. Produção e seus componentes

Como mostra a escala de Fekes apresentada por BOYELDIEU (1980), os componentes da produção têm a seguinte ordem de desenvolvimento: número total de espiguetas, número e comprimento da espiga, número de espiguetas sem grãos, número de grãos por espiga e matéria seca do grão. Os resultados, portanto, são apresentados nessa ordem no quadro 3.

O número total de espiguetas por espiga aumentou conforme o aumento da água no solo, sendo que o cultivar BH-1146 teve aumento quase proporcional quando passou da faixa de umidade de 40-60% da capacidade máxima de água armazenada no solo para 60-80% e de 60-80 para 80-100%. Os outros dois cultivares, porém, Alondra-S-46 e Pel.A.506/62, tiveram aumentos maiores quando passaram da faixa menor para a intermediária, do que desta para a maior. Isso pode indicar que o 'BH-1146' seja mais sensível ao déficit hídrico para esta característica do que o Alondra-S-46 e o Pel.A.506/62. Talvez a explicação esteja no seu desenvolvimento mais rápido, neste primeiro estágio, do que o dos outros dois, exigindo, portanto, maior disponibilidade de água, para a manutenção da turgidez celular (BLUM & EBERCON, 1981).

O número de espigas por vaso aumentou com o aumento de água disponível. O 'BH-1146' teve aumento maior do que o 'Alondra-S-46' e o 'Pel.A.506/62', quando houve mudança da faixa de umidade de 40-60 para 60-80% de água armazenada no solo. Quando houve mudança de 60-80 para 80-100% de água armazenada no solo, os aumentos para todos os cultivares foram menores do que os da mudança anterior. O maior aumento, contudo, foi para 'Alondra-S-46' do que para os outros cultivares. O número de espigas foi um dos componentes mais sensíveis ao estresse hídrico, com base no teste F e na variação das médias, o que está de acordo com CAMPBELL (1968). Isso poderia ser resultado do aumento da divisão e expansão celular das gemas laterais, que entram em atividade máxima no perfilhamento, levando a um aumento na sensibilidade da planta de trigo à seca. Segundo BLUM e EBERCON (1981), entre outros, a expansão celular é um dos processos fisiológicos mais sensíveis ao déficit hídrico.

O comprimento da espiga aumentou com o acréscimo de água disponível, porém em maior proporção quando mudou da faixa de umidade de 40-60 para 60-80% de água armazenada no solo; contudo, o cultivar Pel.A.506/62 não teve resposta com a mudança da faixa intermediária para a maior. Esse fator da produção, mesmo tendo um período de desenvolvimento maior, mostrou-se menos sensível ao estresse hídrico do que o componente anterior.

O número de espiguetas sem grãos decresceu com o aumento de

QUADRO 3 — Resultados do número de espiguetas por espiga, número e comprimento da espiga, número de espiguetas sem grãos por espiga, número de grãos e matéria seca (M.S.) do grão por espiga e produção de grãos por espiga e por unidade experimental. UFV, Viçosa (MG), 1980/81

Cultivar	Faixas de umidade	Espiguetas/ espiga		Espigas/ vaso		Comprimento da espiga		Espiguetas sem grãos/espiga		Grãos/ espiga		M.S. do grão		Produção de grãos/vaso	
		nº	nº	nº	nº	cm	cm	nº	nº	nº	nº	mg	mg	g	g
BH-1146	40-60	13C	3,00C	6,10B	5A	8C	25,10B	0,74C							
	60-80	17B	7,14B	8,00A	4AB	24B	39,60A	6,63B							
	80-100	20A	9,14A	8,40A	3B	31A	38,10A	10,75A							
Alondra-S-46	40-60	13C	3,00C	5,90B	7A	7C	32,90A	0,68C							
	60-80	19B	5,71B	10,00A	3B	32B	41,10A	7,50B							
	80-100	21A	8,00A	10,60A	2B	41A	40,30A	12,33A							
PELA.506/62	40-60	15B	3,00C	7,10B	7A	10C	27,50B	0,86C							
	60-80	19A	6,29B	9,60A	3B	35B	36,00A	7,77B							
	80-100	20A	8,14A	9,60A	2B	43A	31,40A	11,41A							
C.V. (%)		6,8	15,4	6,7	18,7	12,7	9,7	15,1							
D.M.S.		2,00	1,53	1,02	1,29	5,53	5,62	1,66							

D.M.S. = Diferença mínima significativa.

Obs.: As médias seguidas pelas mesmas letras na coluna e dentro de cada cultivar não diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

água disponível. O 'BH-1146' revelou pequeno decréscimo em relação aos outros dois, que se mostraram menos sensíveis ao déficit hídrico. O maior decréscimo no número de espiguetas sem grãos ocorreu quando da mudança da faixa de umidade de 40-60 para 60-80% de água armazenada no solo.

O número de grãos por espiga aumentou com o acréscimo de água disponível, em maior proporção da menor faixa de umidade para a intermediária. O 'BH-1146' teve aumentos proporcionalmente menores do que os outros. O 'Pel.A.506/62', em todas as faixas, teve o maior número de grãos, sendo, portanto, o menos sensível ao déficit hídrico para este componente da produção. O número de grãos por espiga foi o resultado que apresentou a maior variação pelo teste F, podendo ser, portanto, um dos componentes mais relacionados com a produção final de grãos das plantas de trigo. É no quarto estágio do desenvolvimento do trigo, que o número de grãos por espiga e o número de espiguetas sem grãos por espiga são definidos, sendo este o período da planta mais sensível ao déficit hídrico, provavelmente devido à sensibilidade do pólen à restrição à água (WARDLAW, 1971).

A matéria seca do grão aumentou com a mudança da faixa de umidade de 40-60 para 60-80% e decresceu com a de 60-80 para 80-100% para todos os cultivares. O 'BH-1146' teve a maior variação de média quando passou da menor faixa para a intermediária, e o 'Pel.A.506/62', quando passou da faixa intermediária para a maior; isso pode ser devido a um aumento maior da competição por assimilados, em virtude do aumento do número de grãos do que o aumento na disponibilidade de assimilados proporcionada pelo aumento na energia livre de água.

A produção de grãos do trigo cresceu conforme a mudança da faixa de umidade menor para a intermediária e, desta, para a maior; com a passagem da menor para a intermediária, houve maior aumento da produção. As maiores variações das médias de produção ocorreram com o cultivar Alondra-S-46, indicando ser ele mais sensível do que o 'BH-1146' e o 'Pel.A.506/62'. Entre os dois últimos, o primeiro teve uma variação da média maior. Para este estudo, portanto, considera-se o 'Pel.A.506-62' o mais tolerante à seca, porque teve menor variação das médias de produção com a variação de água disponível, nas três faixas de umidade no solo do que os outros cultivares.

3.3. Valores da evapotranspiração real

A evapotranspiração real aumentou com o aumento de água disponível no solo (Quadro 4). À medida que se sucederam os estádios de desenvolvimento do trigo, o consumo de água elevou-se até o quarto estágio, decrescendo então. O cultivar Alondra-S-46 teve o maior consumo de água no quarto estágio de desenvolvimento, e os outros dois pouco diferiram en-

tre si. Na mudança da faixa de umidade de 40-60 para 60-80%, o aumento no consumo de água foi proporcionalmente maior do que na de 60-80 para a de 80-100% da capacidade máxima de água armazenada no solo.

QUADRO 4 — Médias de evapotranspiração real, fixando cultivar e variando faixa de umidade e estágio de três cultivares de trigo. UVF, Viçosa (MG), 1980/81

Cultivar	Nível de Umidade				Média
	Estádio	40-60%	60-80%	80-100%	
		gH ₂ O/vaso			
BH-1146	2	288aA	799bA	1125cA	737
	3	409aA	1499bB	2142cB	1350
	4	735aB	2095bC	4366cC	2399
	5	245aA	1726bB	1926bD	1299
	Total	1677	6119	9556	
Alondra-S-46	2	315aA	773bA	1105cA	731
	3	410aA	1467bB	2001cB	1293
	4	667aB	2239bC	5343cC	2750
	5	264aA	2008bC	3265cD	1846
	Total	1656	6487	11714	
PEL.A.506/62	2	295aA	796bA	1094cA	728
	3	394aAB	1424bB	1882cB	1233
	4	596aB	2283bC	4366cC	2415
	5	239aA	2094bC	2800cD	1711
	Total	1524	6597	10142	
D.M.S. nível 233g		D.M.S. estágio = 237g		C.V. = 12,8%	

As médias seguidas da mesma letra minúscula, na linha, e maiúscula, na coluna, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey, para cada cultivar.

3.4. Eficiência no uso de água

Os cultivares Pel.A.506/62 e Alondra-S-46 tiveram as maiores eficiências no uso de água na faixa de umidade de 60-80% da máxima capacidade de água armazenada no solo.

'Pel.A.506/62' foi o mais eficiente no uso de água nas faixas de umidade de 40-60 e 60-80% da capacidade de água armazenada no solo. Essa eficiência foi maior para os cultivares Pel.A.506/62 e BH-1146 na faixa de umidade de 80-100% da máxima capacidade de água armazenada no solo (Quadro 5).

QUADRO 5 – Resultados da produção de grãos por vaso, evapotranspiração real (ETR) e eficiência no uso de água (e.u.a.). UFV, Viçosa (MG), 1980/81

Cultivar	Faixa de umidade	Produção de grãos	ETR	e.u.a.
	%	g/vaso	l/vaso	g/l
BH – 1146	40-60	0,74	1,677	0,44
	60-80	6,63	6,119	1,08
	80-100	10,75	9,556	1,12
Alondra-S-46	40-60	0,68	1,656	0,41
	60-80	7,50	6,487	1,16
	80-100	12,33	11,714	1,05
PEL.A.506/62	40-60	0,86	1,524	0,56
	60-80	7,77	6,597	1,18
	80-100	11,41	10,142	1,12

Considerando a produção de grãos por vaso e seus componentes, a evapotranspiração real (ETR) e a eficiência no uso de água pela planta de trigo (e.u.a. = gramas de grãos produzidos por litro de água gasto), foi possível classificar o cultivar Pel. A.506/62 como o mais tolerante à seca, pois produziu mais grãos na menor faixa de umidade, manteve mais elevado o número de grãos por espiga e foi mais eficiente no uso de água. O

'BH-1146' apresentou comportamento intermediário, sendo o 'Alondra-S-46' o mais sensível ao déficit hídrico.

Os resultados obtidos podem sugerir o seguinte manejo de água para o trigo e para esse solo durante o desenvolvimento vegetativo, ou seja, da emergência da plântula até o início da emergência da última folha (folha-bandeira), na faixa de umidade de 60-80% da máxima capacidade de água armazenada no solo ou potenciais de água de $-0,50$ a $-0,03$ MPa, e após início da emergência da última folha na faixa de umidade de 80-100% ou potenciais de água de $-0,03$ a $-0,01$ MPa. Isso porque, em geral, os componentes desenvolvidos da emergência da plântula de trigo até o início da emergência da última folha pouco se alteraram com a mudança da faixa de umidade de 60-80 para a de 80-100% da máxima capacidade da água armazenada no solo. Por outro lado, os componentes desenvolvidos do início da emergência da última folha até a fase farinácea se alteraram significativamente na referida mudança.

4. CONCLUSÕES

1. O aumento na disponibilidade de água promoveu um aumento na evapotranspiração real e na produção de grãos e seus componentes, à exceção do número de espiguetas sem grãos, para todos os cultivadores estudados. Todas as características mostraram que estão bastante correlacionadas com o potencial de água no solo.

2. A mudança da faixa de umidade de 40-60 para 60-80% proporcionou maior variação das médias do que a de 60-80 para a de 80-100% da máxima capacidade de água armazenada no solo. Isso, independente do estágio de desenvolvimento da planta de trigo; portanto, a faixa de umidade limitante para a produção de grãos no trigo foi 60-80% da água armazenada no solo ou potenciais de água no solo de $-0,05$ a $-0,03$ MPa.

3. O número de grãos e de espiga foram considerados as características mais sensíveis ao déficit hídrico.

4. A evapotranspiração real foi maior no quarto estágio de desenvolvimento do trigo (início da emergência da última folha até a fase farinácea do grão).

5. O cultivar Alondra-S-46 foi o que mais consumiu água no quarto estágio, enquanto o 'Pel.A.506/62' e o 'BH-1146' pouco diferiram entre si para este parâmetro.

6. O cultivar Pel.A.506/62 foi considerado o mais tolerante à seca, vindo a seguir o 'BH-1146' e o 'Alondra-S-46', que foi o mais sensível.

7. O manejo de água, para esses cultivares de trigo e nesse solo, poderia ser: a faixa de umidade de 60-80% ou potenciais de água de $-0,50$ a $-0,03$ MPa até o início da emergência da última folha, e, depois, a faixa de 80-100% da máxima capacidade de água armazenada no solo ou potenciais de água de $-0,03$ a $-0,01$ MPa, até a fase farinácea.

SUMMARY

EFFECTS OF SOIL MOISTURE ON EVAPOTRANSPIRATION, GRAIN YIELD AND ITS COMPONENTS IN WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

An experiment was carried out under greenhouse conditions, to study the differential behaviour of three wheat cultivars under soil moisture levels. The following characteristics were evaluated: grain yield, total number of spikelets per spike, number of unfilled spikelets, number and length of spikes, weight and number of grains and real evapotranspiration. The gravimetric method was used to control soil moisture. The weight of the experimental unit was corrected by cutting one replication for each stage of wheat development. The results showed that the critical soil moisture level for yield components during the wheat vegetative stage such as total number of spikelets and spikes and length of spike was 60-80% of the water stored in the soil or water potential -0.05 to -0.03 MPa. On the other hand considering the reproductive stage of wheat the components such as number and weight of grains indicated that the best moisture level was 80-100% of the water stored in the soil or water potentials -0.03 to -0.01 MPa. The real evapotranspiration was the biggest during the fourth stage of development of wheat being independent of the used cultivar or level of moisture. The results also showed that the real transpiration increased with the availability of water. Among the studied cultivars: Alondra-S-46, Pel.A. 506/62 and BH-1146, the first one presented the biggest water consumption, in the fourth stage of development. The obtained data suggest the following water management for the wheat crop: moisture level of 60-80% of the water stored in the soil or -0.50 to -0.03 MPa of water potential from the seed germination to the beginning of emergence of the flag leaf. From this stage to the maturation stage moisture level of 80-100% of the water stored in the soil or water potential of -0.03 to -0.01 MPa.

Index terms: wheat; *Triticum aestivum* L.; water potential; real evapotranspiration; grain yield; yield components.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Pesquisadores Científicos Antonio Wilson Penteadó Ferreira Filho e Carlos Eduardo de Oliveira Camargo, as críticas e sugestões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLUM, A. & EBERCON, A. Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat. *Crop Science*, 21(1): 43-47, 1981.

- BOYELDIEU, J. Les cultures cerealieres. In: NOUVELLE Encyclopédie des Connaissances Agricoles. Paris, l'Union Parisienne d'Imprimeries, 1980. p. 79.
- CAMARGO, C.E.O.; KRONSTAD, W.E. & METZGER, R.J. Parentprogeny regression estimates and associations of height level with aluminum toxicity and grain yield in wheat. *Crop Science*, 20(3):355-358, 1980.
- CAMPBELL, C.A. Influence of soil moisture stress applied at various stages of growth on the yield components of chinook wheat. *Canadian Journal of Plant Science*, 48(3):313-320, 1968.
- EAVIS, B.W. & TAYLOR, H.M. Transpiration of soybeans as related to leaf area, root lenght, and soil water content. *Agronomy Journal*, 71(3):441-445, 1979.
- FERNANDES, B. & SYKES, D.J. Capacidade de campo e retenção de água em três solos de Minas Gerais. *Revista Ceres, Viçosa*, 15(83):1-39, 1968.
- LEVITT, J. The nature of stress injury and resistance. In: *RESPONSES of plant of environmental stress*. New York, Academic Press, 1972. p. 9-16.
- PALACIO, P.V. & GARZA, A.M. Respuesta de los cultivos a diferentes niveles de humedad del suelo. Chapingo, Colégio de Post-graduados, 1978. 149 p.
- RICHARDS, L.A. A pressure membrane extraction apparatus for soil solutions. *Soil Science Society American Journal*, 51(2):377-386, 1941.
- WALDREN, R.P. & FLOWERDAY, A.D. Growth stages and distribution of dry matter, N, P, and K in winter wheat. *Agronomy Journal*, 71(3):391-393, 1979.
- WARDLAW, I.F. The early stages of grain development in wheat: response to water stress in a single variety. *Australian Journal of Biological Sciences*, 24(2):1047-1055, 1971.