

# TENSAO DE AGUA NO SOLO: EFEITO SOBRE A PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DOS GRÃOS DE CEVADA<sup>1</sup>

ANTÔNIO FERNANDO GUERRA<sup>2</sup>

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito de três níveis de tensão de água no solo (187, 824 e 1.000 kPa), aplicados em três fases do ciclo da cultura (fase I = emergência até início do perfilhamento, fase II = início do perfilhamento até florescimento completo e fase III = florescimento completo até grãos em massa dura), sobre o desenvolvimento, o rendimento e a qualidade dos grãos de cevada. Durante a fase I, todos os tratamentos foram irrigados a 187 kPa. Foi incluído um tratamento irrigado a 187 kPa, em que se aplicou cycocel. Irrigação a 187 kPa em todo o ciclo da cultura, com e sem cycocel, resultou nos mais altos rendimentos. Os tratamentos irrigados a 824 kPa, em pelo menos uma das fases de desenvolvimento, tiveram seus rendimentos reduzidos significativamente, porém o teor de proteína dos grãos permaneceu dentro dos limites desejados. A aplicação de uma tensão de 1.000 kPa causou uma queda drástica do rendimento e da qualidade de grãos. Irrigação a 824 kPa na fase II de desenvolvimento reduziu a altura de planta como a aplicação de cycocel.

Termos para indexação: tensiômetros, blocos de gesso, irrigação, estresse hídrico.

## SOIL-WATER TENSION: EFFECT ON YIELD AND GRAIN QUALITY OF BARLEY

**ABSTRACT** - The objective of this work was to study the effect of three levels of soil-water tension (187, 824 and 1.000 kPa) in three stages of development of barley (*Hordeum vulgare, L.*) (stage I = emergency to initial tillering, stage II = initial tillering to complete flowering and stage III = complete flowering to hard dough grain) on the crop development, yield, and grain quality. During stage I, all treatments were irrigated at 187 kPa. Due to plant lodging in earlier studies, a well-irrigated treatment (187 kPa) in which cycocel was applied. The crop was irrigated when the soil-water tension at 10 cm depth reached the values of each treatment. The amount of water applied in each irrigation was calculated to bring the soil profile 1 m depth to the field capacity (6 kPa). Irrigation at 187 kPa in all the crop cycle resulted in higher yield independently of cycocel application. Irrigation at 824 kPa in at least one developmental stage resulted in a significant reduction in yield. Nevertheless, the grain protein content was adequate for malting. Irrigation at 1.000 kPa caused a drastic reduction in yield and grain quality. Irrigation at 824 kPa in stage II caused a reduction of plant height similar to cycocel application.

Index terms: tensiometers, gypsum blocks, irrigation, water stress.

## INTRODUÇÃO

As aplicações de água durante o ciclo das culturas devem ser feitas de modo a suprir as necessida-

des hídricas diferenciadas nas diversas fases de desenvolvimento das plantas. Embora existam vários métodos para estabelecer o manejo das irrigações, os quais variam desde simples turnos de rega até complexos modelos que relacionam o sistema solo-água-planta-atmosfera à necessidade hídrica das culturas, nas condições dos latossolos dos cerrados, o método baseado na tensão de água no solo tem demonstrado sua viabilidade no monitoramento das irrigações (Guerra et al., 1987; Azevedo, 1988; Guerra et al., 1994).

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 29 de novembro de 1994.

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

Nos sistemas de produção irrigados da região dos cerrados, a prática de cultivos sucessivos de leguminosas, principalmente do feijão, tem favorecido a incidência de doenças de solo ou do sistema radicular das culturas, como a esclerotínea, rizoctonioze e fusariose, as quais tem comprometido seriamente o potencial de produção das áreas irrigadas. Embora estes fungos sejam difíceis de serem erradicados de determinada área, a rotação de culturas de gramíneas-leguminosas e outras práticas de manejo de solo e água se tornam indispensáveis para reduzir o potencial de inóculo dessas doenças e manter o potencial produtivo das áreas sob irrigação (Curl, 1963).

Atualmente, a região dos cerrados só conta com a cultura do trigo como gramínea de inverno para o cultivo irrigado. Isso tem prejudicado seriamente os sistemas de produção irrigados, principalmente devido à falta de uma política estável para a produção desse cereal.

Outra opção de gramínea de inverno, é a cevada cervejeira, a qual tem demonstrado alto potencial de produção e excelente sortimento comercial nessa região (Silva & Andrade, 1985, Dotto et al., 1987, Guerra et al., 1987). Entretanto, os trabalhos de pesquisa com cevada têm indicado alguns problemas que devem ser resolvidos antes do fomento desse cereal. O principal problema apontado é a instabilidade do teor de proteína dos grãos que muitas vezes tem oscilado bastante, desde valores muito baixos em torno de 7% a 8% até valores extremos, acima

de 12%, nível máximo admitido pela indústria de malte (Silva & Andrade, 1985; Guerra et al., 1987). Esse limite está fixado em 12%, e está regulamentado pela portaria do Ministério da Agricultura e Reforma Agrária sob n 389 de 9 de maio de 1979 (Silva & Andrade, 1985).

Reconhece-se que as características genéticas da variedade determinam grande parte da proteína dos grãos, porém, outros fatores, como o manejo da cultura e o clima, também influenciam significativamente a magnitude desse parâmetro (Epstein, 1975).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes níveis de tensão de água no solo, aplicados em diferentes fases de desenvolvimento da cultura, sobre a produtividade e o teor de proteína dos grãos de cevada.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido em 1985, no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), localizado em Planaltina, Distrito Federal (lat. 15 36' S, long. 47 42' W e altitude de 1.014 m). O solo da área experimental foi classificado como um Latossolo Vermelho-Escuro, textura argilosa, cujas características físicas estão apresentadas na Tabela 1 e Fig. 1. A curva de retenção de água do solo (Fig. 1), usada para o cálculo das irrigações, foi ajustada pelo modelo proposto por Genuchten (1980).

Os tratamentos estabelecidos foram sete: três níveis de tensão de água no solo (187, 824 e 1.000 kPa) aplicados em três fases de desenvolvimento da cevada (fase I = emergência até início do perfilhamento, fase II = início do perfilhamento até florescimento completo, e fase III =

**TABELA 1. Características físicas do solo da área experimental.**

Profundidade (cm)	Areia		Silte (%)	Argila (%)	Densidade global (g/cm <sup>3</sup> )
	Grossa (%)	Fina (%)			
0 - 10	7	30	8	55	1,07
10 - 20	7	30	8	55	1,17
20 - 30	7	30	6	57	1,17
30 - 40	7	30	5	58	1,02
40 - 60	9	27	5	59	1,02
60 - 80	9	27	5	59	1,02
80 - 100	11	26	5	58	1,03
100 - 120	11	26	5	58	1,02

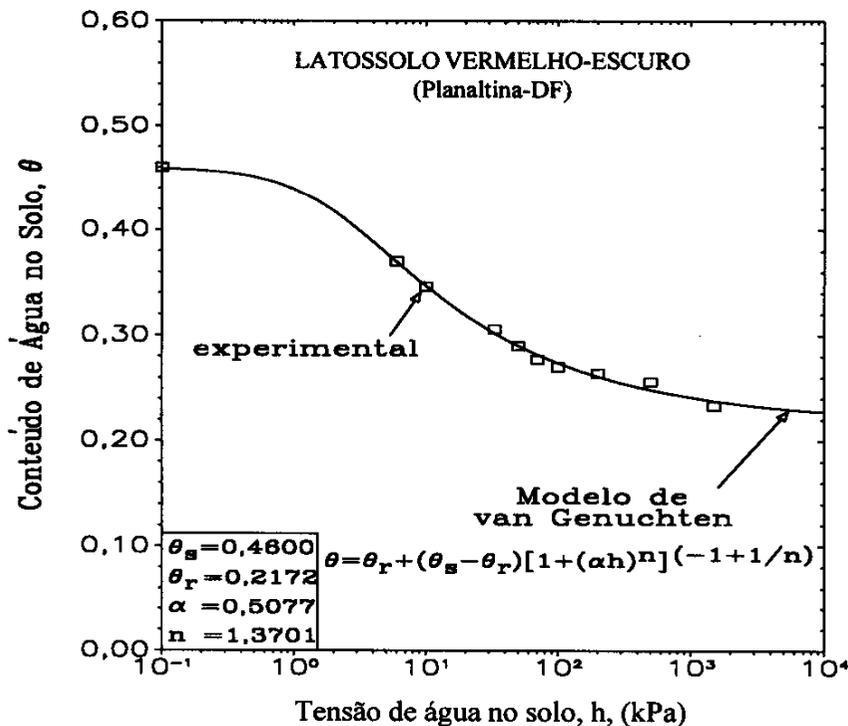


FIG. 1. Curva característica de retenção de água do latossolo da área experimental.

florescimento completo até grãos em massa dura). Adicionou-se um tratamento irrigado durante todo o ciclo da cultura a 187 kPa, em que foi aplicado cycocel para verificar o efeito desse redutor de crescimento sobre a altura de plantas. A dosagem utilizada foi de 0,5 l/ha (White, 1989; 1991; Jenkyn et al., 1992). Durante o primeiro período de desenvolvimento (emergência até início do perfilhamento), todos os tratamentos foram irrigados a 187 kPa para garantir o estabelecimento da cultura. Tensiômetros e blocos de gesso foram instalados em cada tratamento, nas profundidades de 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100 e 120 cm. A calibração dos blocos de gesso para o solo da área experimental (Fig. 2) foi feita pelo método de Kelley (1944). Tensiômetros foram utilizados para monitorar as tensões de água no solo até 70 kPa e blocos de gesso para as demais. Os valores de tensão de água no solo, medidos a 10 cm de profundidade, foram usados para indicar o momento das irrigações nos diferentes tratamentos.

A quantidade de água necessária em cada irrigação foi calculada com base nos valores de tensão obtidos no per-

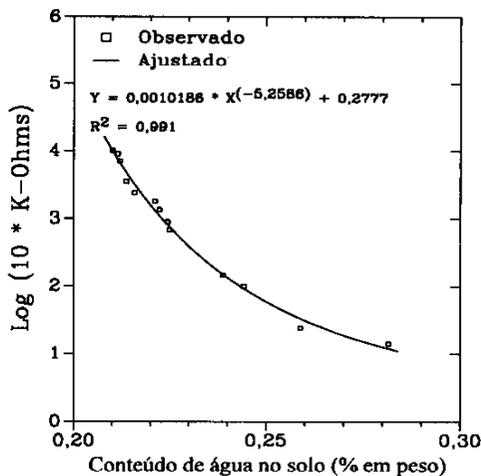


FIG. 2. Curva de calibração dos blocos de gesso para o latossolo da área experimental.

fil do solo, para 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 por meio de um hidrômetro com precisão de 1 litro.

O plantio de cevada foi feito em rotação com a cultura de soja, no dia 15 de maio, manualmente, em linhas com espaços, entre si, de 20 cm, usando-se 250 sementes aptas por m<sup>2</sup>. O delineamento experimental foi o de blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições, com parcelas de 11 m<sup>2</sup>.

A adubação de manutenção foi feita com base na análise química do solo (Tabela 2), buscando garantir que a fertilidade do solo não fosse um fator limitante para o desenvolvimento da cultura. Foi então distribuído manualmente, a lanço, em quadriculas de 5 por 5 m, as seguintes doses de fertilizantes: a) 117 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de termofosfato de yorin, e b) 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.

Após a emergência das plantas, distribuiu-se a lanço, em cada espaço entre linhas, a metade da dose de adubação nitrogenada (20 kg/ha de N), na forma de uréia. A outra metade foi aplicada da mesma forma, no início da fase de perfilhamento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na Tabela 3 mostram que os tratamentos impostos resultaram em diferenças significativas no rendimento de grãos. Os tratamentos irrigados a 187 kPa, durante todo o ciclo da cultura, apresentaram os mais altos rendimentos independentemente da aplicação de cycocel. Semelhante aos resultados obtidos por Wells & Dubetz (1966), Sing & Kumar (1985) e Guerra et al. (1987), a aplicação de um estresse hídrico médio (irrigação a 824 kPa) em pelo menos uma das fases de desenvolvimento resultou em uma redução significativa do rendimento de grãos. O principal componente de produção que determinou essa diminuição de produtividade foi o baixo número de grãos por espiga, como pode ser visto na Tabela 4.

A aplicação de um estresse hídrico drástico (irrigação a 1.000 kPa) causou uma redução ainda maior do rendimento e seus componentes, o que concorda com os resultados apresentados por Guerra et al. (1987). Quando essa tensão foi aplicada na fase de início do perfilhamento até floração completa, causou uma redução drástica do número de grãos por espiga e em menor intensidade do peso de 1.000 grãos. O elevado número de espigas nesse tratamento (Tabela 4), foi porque com o retorno das irrigações a um nível menor de tensão, após a floração, fez com que a cevada emitisse novos perfilhos os quais pro-

**TABELA 2. Características químicas do solo da área experimental.**

Profundidade (cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	Al	Ca		Ca/Mg	P	K	MO
			Ca	Ca+Mg				
			(me/100 ml)			(ppm)		(%)
0 - 10	6,00	0,00	4,17	4,84	6,22	16,00	115,0	2,73
10 - 20	5,93	0,00	4,44	5,12	6,59	12,48	88,0	2,52
20 - 30	6,08	0,00	4,14	4,71	7,30	7,18	67,5	2,15
30 - 40	6,10	0,00	3,54	3,87	11,58	0,75	47,8	1,87
40 - 60	5,60	0,06	2,43	2,62	13,68	0,40	18,5	1,48
60 - 80	5,20	0,21	1,52	1,62	17,68	0,40	12,0	1,25
80 - 100	5,00	0,20	1,03	1,12	12,23	0,35	11,2	1,20
100 - 120	4,90	0,17	0,90	1,03	7,69	0,38	12,8	1,80

**TABELA 3. Produção e componentes de produção de grãos de cevada (PFC 8023) decorrente de vários níveis de tensão de água no solo, aplicados em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, no momento das irrigações.**

Tensão (kPa)			Rendimento (kg/ha)	Cevacor (kg/ha)	Peso de 1.000-grãos (g)	Proteína (%)
Fases de desenv.						
I	II	III				
187	187+R	187	4.996 a*	4.907 a	40,82 ab	8,82 a
187	187	187	4.646 ab	4.590 ab	41,97 a	9,20 a
187	824	187	4.403 bc	4.350 bc	41,42 a	9,75 a
187	187	824	4.153 c	4.083 c	39,67 ab	9,65 a
187	824	824	3.665 d	3.618 d	40,07 ab	10,45 a
187	1.000	187	2.582 e	2.300 e	37,92 b	13,57 b
187	187	1.000	2.495 e	1.301 f	27,42 c	12,97 b
CV (%)			7,5	7,7	5,5	9,6

\* Valores seguidos de mesma letra não diferem significativamente, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

**TABELA 4. Número de espigas por m<sup>2</sup> e número de grãos por espiga de cevada (PFC 8023) resultantes de diferentes níveis de tensão de água no solo, aplicados em diferentes fases de desenvolvimento da cultura, no momento das irrigações.**

Tensão (kPa)			Número de espigas por m <sup>2</sup>	Número de grãos por espiga
Fases de desenv.				
I	II	III		
187	187+R	187	643 a*	27 a
187	187	187	599 ab	24 ab
187	824	187	584 ab	20 b
187	187	824	599 ab	21 b
187	824	824	514 b	19 b
187	1.000	187	665 a	13 c
187	187	1.000	577 ab	20 b
CV (%)			11,3	10,0

\* Valores seguidos de mesma letra não diferem significativamente, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

duziram novas espigas. Como pode ser observado na Tabela 5, não houve diferença significativa do número de plantas por m<sup>2</sup> e número de perfilhos por planta, o que indica que o estabelecimento da cultura foi adequado e, portanto, as diferenças observadas do número de espigas por m<sup>2</sup> foi causada pelos tratamentos aplicados. Por outro lado, a aplicação da tensão de 1.000 kPa na fase de floração até grãos em massa dura causou reduções drásticas do peso de 1.000 grãos (Tabela 3). Resultados semelhantes foram obtidos por Wells & Dubetz (1966) e Guerra et al. (1987).

De modo geral, a cevada produzida nessa região apresenta um alto sortimento comercial, como pode ser observado na Tabela 6. Silva & Andrade (1985) usaram esse padrão de qualidade da cevada como indicador do potencial da região dos cerrados na produção de cevada cervejeira. Entretanto, a ocorrência de um déficit hídrico drástico (irrigação a 1.000 kPa) em pelo menos um dos estádios de desenvolvimento da cevada pode comprometer de modo irreversível a qualidade comercial dos grãos. Banasik & Power (1973) também observaram prejuízos na classificação comercial da cevada cervejeira quando esta é submetida a estresse hídrico. O pior sortimento comercial foi observado no tratamento não irrigado, no período de floração até grãos

**TABELA 5. Número de plantas por m<sup>2</sup>, número de perfilhos por planta e altura de plantas (PFC 8023) como resultado de vários níveis de tensão de água no solo, aplicados em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, no momento das irrigações.**

Tensão (kPa)			Número de plantas por m <sup>2</sup>	Número de perfilhos por planta	Altura de plantas (m <sup>2</sup> )
Fases de desenv.					
I	II	III			
187	187+R	187	253 a*	2,77 a	67,2 b
187	187	187	252 a	2,60 a	74,4 a
187	824	187	246 a	2,67 a	67,5 b
187	187	824	255 a	2,70 a	71,9 ab
187	824	824	259 a	2,57 a	67,9 b
187	1.000	187	257 a	2,62 a	54,1 c
187	187	1.000	262 a	2,57 a	72,3 ab
CV (%)			7,7	13,3	10,4

\* Valores seguidos de mesma letra não diferem significativamente, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

**TABELA 6. Classificação dos grãos de cevada (PFC 8023) resultantes de diferentes níveis de tensão de água no solo aplicados em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura no momento das irrigações.**

Tensão (kPa)			Sortimento comercial (%)		
Fases de desenv.			I <sup>a</sup>	II <sup>a</sup>	III <sup>a</sup>
I	II	III	Tamanho > 2,5 mm	Tamanho > 2,2 mm	Tamanho < 2,2 mm
187	187+R	187	89 b*	9 b	2 c
187	187	187	94 a	5 c	1 c
187	824	187	94 a	5 c	1 c
187	187	824	88 b	11 b	1 c
187	824	824	93 a	6 c	1 c
187	1.000	187	82 c	5 c	13 b
187	187	1.000	12 d	32 a	56 a
CV (%)			7,5	7,0	7,3

\* Valores seguidos de mesma letra não diferem, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

em massa dura. Nesse tratamento, 12% dos grãos foram considerados de primeira, 32% de segunda, e 56% refugo, o que mostra que um déficit hídrico drástico, nesse período, prejudica o enchimento de grãos,

tornando inviável a utilização destes para produção de malte. O requerimento da indústria é que pelo menos 80% dos grãos apresentem tamanho superior a 2,5 mm (Brasil, 1986).

A aplicação de cycocel causou uma redução significativa da altura de plantas, o que está de acordo com os resultados apresentados por White (1991) e Jenkyn et al. (1992). O nível de tensão de 824 kPa causou redução de altura das plantas, comparável à verificada com a aplicação de cycocel (Tabela 5). Entretanto, esse nível de tensão causou uma redução significativa no rendimento de grãos quando comparado com a verificada com a aplicação de cycocel.

Apesar de a aplicação de estresse hídrico na fase II ter causado diferenças significativas na altura de plantas em decorrência do comprometimento da alongação das células, não foi possível detectar qualquer diferença nas fases de desenvolvimento em função dos tratamentos aplicados. A fase I, que correspondeu ao período entre os códigos 07 a 21 da escala decimal de Zadoks et al. (1974), durou 18 dias. A fase II, período entre os códigos 22 a 67, durou 61 dias. Finalmente, a fase III, que correspondeu ao período entre os códigos 68 a 89, durou 24 dias. Apenas o tratamento irrigado a 1.000 kPa atingiu o ponto de colheita (cariopse dura) quatro dias antes dos demais tratamentos, provavelmente em decorrência do aumento de temperatura no final do ciclo, como pode ser visto pela Fig. 3. Portanto, independentemente dos tratamentos aplicados, po-

demos considerar que o ciclo da cultura foi de 110 dias.

A quantidade de água aplicada variou em função dos níveis de tensão aplicados, conforme pode ser visto pela Tabela 7. Para o máximo rendimento de grãos, foram necessárias 13 irrigações, as quais totalizaram uma lâmina de 774 mm no tratamento irrigado a 187 kPa com cycocel, e de 862 mm no tratamento sem cycocel. Esse menor requerimento de água no tratamento onde se aplicou cycocel, provavelmente foi decorrente do menor desenvolvimento das plantas. Essa redução no desenvolvimento das plantas quando se aplica cycocel também foi observado por White (1991), e Jenkyn et al. (1992). Esse menor desenvolvimento das plantas causou uma redução no requerimento de água de 88 mm. Conseqüentemente, a eficiência da água aplicada aumentou de 5,39 para 6,45 kg/mm (Tabela 7). Semelhante ao que ocorreu com a aplicação de cycocel, a menor lâmina de água aplicada e o menor número de irrigações nos tratamentos com estresse hídrico moderado na fase II e nas fases II e III de desenvolvimento (Tabela 7), foi conseqüência do menor desenvolvimento vegetativo da cevada, o que contribuiu para aumentar a eficiência da água aplicada, conforme também observado por Sing & Kumar (1985).

**TABELA 7. Lâmina de água aplicada e número de irrigações em cevada (PFC 8023) em função de diferentes níveis de tensão de água no solo, aplicados em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, no momento das irrigações.**

Tensão (kPa)			Lâmina de água aplicada (mm)	Número de irrigações	Eficiência da água aplicada (kg/mm)
Fases de desenvolv.					
I	II	III			
187	187+R	187	774	13	6,45
187	187	187	862	13	5,39
187	824	187	693	9	6,35
187	187	824	759	10	5,47
187	824	824	537	7	6,82
187	1.000	187	637	8	4,05
187	187	1.000	381	6	6,55

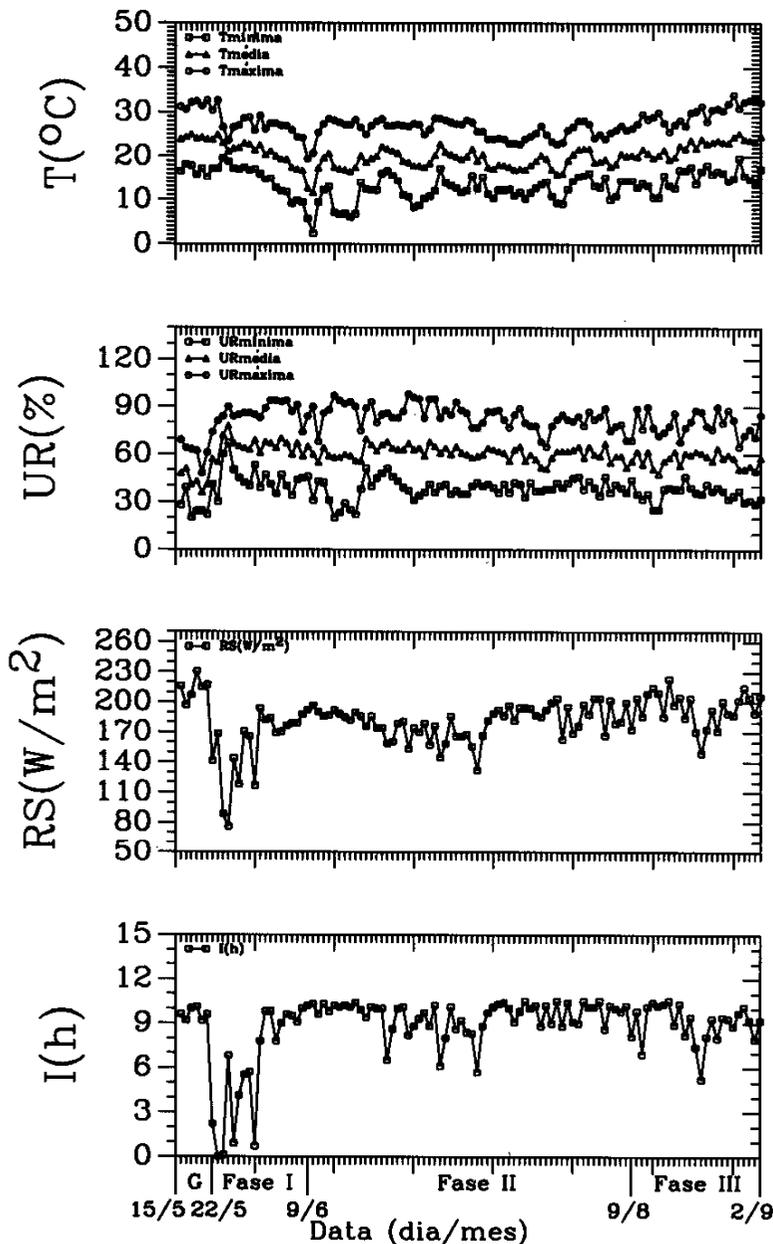


FIG. 3. Dados climáticos referentes ao período experimental onde, G = germinação, durou 7 dias, Fase I = 18 dias, Fase II = 61 dias e a Fase III = 24 dias.

## CONCLUSÕES

1. A máxima produção de grãos foi obtida com irrigação a 187 kPa durante todo o ciclo da cultura, independentemente da aplicação de cycocel.

2. A aplicação de um estresse hídrico moderado durante as fases de desenvolvimento de perfilhamento até o florescimento e do florescimento até grãos em massa dura reduziu a produção de grãos, mas a proteína dos grãos manteve-se dentro da faixa admitida pela indústria de malte.

3. A aplicação de um estresse hídrico médio na fase de desenvolvimento de perfilhamento até o florescimento causou uma redução da altura das plantas semelhante à observada com a aplicação de cycocel.

4. A aplicação de um estresse hídrico drástico na fase de desenvolvimento de perfilhamento até o florescimento causou uma redução drástica no rendimento, em decorrência principalmente, da redução do número de grãos por espiga.

5. Um estresse hídrico drástico na fase de florescimento até grãos em massa dura causou redução de rendimento devido principalmente ao tamanho e peso de grãos.

6. O teor de proteína dos grãos atingiu valores inadequados à produção de malte apenas nos tratamentos onde se aplicou estresse hídrico drástico em pelo menos uma das fases de desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, J.A. 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 da produção, desenvolvimento e uso de água. Piracicaba, SP: ESALQ, 1988. 157p. Tese de Doutorado.
- BANASIK, O.P.; POWER, J.F. Effect of water and nitrogen supply on malting quality of barley. *Brewers Digest*, v.48, p.56-62, 1973.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Secretaria Nacional de Abastecimento, Comissão Técnica de Normas e Padrões. Normas e padrões de identidade, qualidade e embalagem para classificação e comercialização de Cevada. Brasília, 1986. v.6, n.4/2, p.1-14.
- CURL, E.A. Control of plant diseases by crop rotation. *Botanical Review*, v.29, n.4, p.413-477, 1963.
- DOTTO, S.R.; IOCZESKI, E.J.; ANJOS, J.R.N.; ANTONIAZZI, N. Competição de linhagens de cevada cervejeira na região dos cerrados sob regime de irrigação. *Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1982-1985*, Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, p.312-316, 1987.
- EPSTEIN, E. *Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975. 344p.
- GENUCHTEN, M.T<sup>h</sup>.van. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Science Society American Journal*, v.44, p.892-898, 1980.
- 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. *Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1982-1985*, Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, p.227-231, 1987.
- GUERRA, A.F.; SILVA, E.M.; AZEVEDO, J.A. Tensão de água no solo: um critério viável para a irrigação do trigo na região dos cerrados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.29, n.4, p.631-636, 1994.
- JENKYN, J.F.; CARTER, N.; DARBY, R.J.; GUTTERIDGE, R.J.; MULLIEN, L.A.; PLUMB, R.T.; ROSS, G.T.S.; TODD, A.D.; WIDDOWSON, F.V.; WOOD, D.W. Effect of seven factors on the growth and yield of winter barley grown as a third consecutive take-all susceptible crop and of growing the barley after oats or a fallow. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v.119, p.303-333, 1992.
- KELLEY, O.J. A rapid method of calibrating various instruments for measuring soil moisture in situ. *Soil Science*, Baltimore, v.58, p. 433-440, 1944.
- SILVA, A.R.; ANDRADE, J.M.V. A cultura de cevada na estação seca com irrigação nos cerrados do DF. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.4, n.3, p.305-316, 1985.
- SING, K.P.; KUMAR, V. Water use and water-use efficiency of wheat and barley in relation to seeding dates, levels of irrigation and nitrogen fertilization. *Agricultural Water Management*, v.7, n.20, p.807-819, 1985.

- WELLS, S.A.; DUBETZ, S. Reaction of barley varieties to soil water stress. **Canadian Journal of Plant Science**, v.5, n.46, p.507-512, 1966.
- WHITE, E.M. Effects of chormequat chloride on yield and components of yield in six cultivars of spring barley (*Hordeum vulgare*). **Journal of Agricultural Science**, v.113, p.377-382, 1989.
- WHITE, E.M. Response of winter barley cultivars to nitrogen and a plant growth regulator in relation to lodging. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.116, p.191-200, 1991.
- 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.