

EFEITOS DE POTENCIAIS DE ÁGUA NO SOLO, EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DA CULTURA DA CEVADA (*Hordeum vulgare* L.)¹

M.A. URCHEI; J.D. RODRIGUES

Depto. de Botânica - IB/UNESP - C.P. 505, CEP: 18603-970 - Botucatu, SP

RESUMO: Objetivando avaliar os efeitos de défices hídricos, em três estádios fenológicos da cultura da cevada (*Hordeum vulgare* L.), foi conduzido experimento em vasos, com delineamento em blocos ao acaso. Foram utilizados nove tratamentos decorrentes da combinação dos potenciais mínimos de água no solo de -0,05, -0,20 e -1,50 MPa, com os estádios fenológicos de máximo perfilhamento, florescimento e grão leitoso, permanecendo uniformizados durante o restante do ciclo, entre os potenciais de -0,01 a -0,05 MPa. Os resultados de produção, peso e teor de proteína dos grãos, tamanho de espigas, número total e número de espigas chochas, mostraram que os efeitos de défices hídricos variaram com a intensidade, duração e estádio fenológico da cultura, onde o estádio de florescimento mostrou-se mais sensível ao déficit de água. A ocorrência de déficit hídrico intenso, em cada um dos estádios, bem como ciclos repetidos de défices moderados ou intensos, levaram à diminuições significativas na produção de grãos, além de ocorrer tendência ao aumento do teor de proteína dos grãos. O manejo da irrigação na cultura da cevada, quando se busca a máxima eficiência no uso da água, deve levar em conta os diferentes estádios fenológicos.

Descritores: potencial hídrico do solo, cevada, fases fenológicas

EFFECTS OF SOIL WATER POTENTIALS AT DIFFERENT PHENOLOGICAL PHASES OF BARLEY CROP (*Hordeum vulgare* L.)

ABSTRACT: The experiment was carried out under greenhouse conditions, with the objective of evaluating the effects of water deficits in three phenological phases of barley crop (*Hordeum vulgare* L.). Pots were arranged in a randomized block design with nine treatments. They originated from the combination of minimum soil water potentials of -0,05, -0,20 and -1,50 MPa, with the phenological phases of maximum tillering, flowering and milky grain, having been held uniformly along the rest of the cycle, between -0,01 and -0,05 MPa potentials. Weight of grain, protein content, spike sizes, spike total number and number of hollow spikes, showed that water deficit effects varied with the intensity, duration and phenological phase of the crop, where the flowering phase showed to be most sensitive to the water deficit. Occurrence of intense water deficit in each phase, as well as repeated cycles of moderated or intense water deficits, led to significant reductions in grain production. Besides, a tendency to a higher grain protein content was observed. Irrigation management of barley crop, aiming to a maximum efficiency in water consumption must take into account the different phenological phases.

Key-Words: soil water potentials, barley, phenological phases.

INTRODUÇÃO

A cevada é o quarto cereal de maior produção e consumo no mundo, apresentando características próprias, as quais possibilitam seu cultivo em regiões onde a alcalinidade dos solos, geadas e secas dificultam o cultivo de outros cereais (MINELLA *et al.*, 1981).

Contudo, embora possa ser utilizada como ração animal, como farinha para alimentação

humana, para fins terapêuticos e como forrageira verde de inverno, seus grãos têm sido destinados, principalmente, ao preparo do malte, onde alcançam os melhores preços. No Brasil, as limitações do cultivo da cevada aos estados da região sul do país, têm levado à produções insuficientes, fazendo com que o mercado interno recorra, sistematicamente, à importação.

Assim, buscando viabilizar a ampliação territorial da cevada no Brasil, é fundamental o

¹ Parte de Dissertação do 1º autor apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP, Botucatu.

conhecimento das necessidades hídricas da cultura, tendo em vista que as precipitações pluviométricas, durante o período em que o cereal é normalmente cultivado, raramente atendem suas exigências.

De maneira geral, para que o desenvolvimento das espécies vegetais ocorra de modo satisfatório, ou seja, para que a acumulação de matéria seca, decorrente da síntese de carboidratos, se processe de maneira ótima, os fatores água e luz são essenciais, evidenciando a importância da irrigação como mecanismo de suprir possíveis deficiências hídricas, durante o ciclo fenológico das culturas.

Por outro lado, vários trabalhos na literatura têm revelado que os efeitos de défices hídricos, sobre a produtividade das espécies vegetais, variam com o estágio, em que o mesmo se manifesta, existindo períodos críticos, onde as plantas são mais sensíveis à diminuição da disponibilidade de água no solo (ROBINS & DOMINGO, 1953; DENMEAD & SHAW, 1960; ASPINAL *et al.*, 1964; SALTER & GOODE, 1967; KRAMER, 1969; SCALOPPI, 1973; LAWLOR *et al.*, 1981; URCHEI, 1992).

Segundo SALTER e GOODE (1967), o período em que a cultura da cevada é mais sensível à défices hídricos, vai do final do desenvolvimento vegetativo até o espigamento, quando se formam os órgãos reprodutivos.

WELLS e DUBETZ (1970) e MILLAR (1984), afirmam que o período crítico ao déficit de água na cultura da cevada, vai da fase de formação das espigas até a fase de grãos no estado leitoso.

LAWLOR *et al.* (1981), verificaram que o período compreendido entre a emergência e a antese na cultura da cevada, foi particularmente sensível à déficit hídrico, diminuindo significativamente o índice de área foliar, além de antecipar a senescência das folhas.

URCHEI (1992), verificou que os efeitos de défices hídricos, sobre a produção de grãos de cevada, variaram com a intensidade, duração e estágio fenológico da cultura, onde o estágio de florescimento caracterizou-se como o mais sensível à défices de água.

Uma vez que as culturas respondem diferentemente a diminuição do potencial de água no solo, de acordo com o estágio fenológico de sua ocorrência, parece provável que o manejo adequado e racional da água de irrigação, buscando a máxima eficiência no uso da água, deve levar em consideração os potenciais mínimos de água no solo, em cada estágio fenológico (SCALOPPI, 1973).

Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos de défices hídricos, em três estádios fenológicos da cultura da cevada (*Hordeum vulgare* L.), sobre a produção final de grãos e seus componentes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Área Experimental do Departamento de Botânica, do Instituto de Biociências, do Campus de Botucatu - UNESP, durante os meses de maio a setembro de 1991, a uma altitude média de 800 metros.

O solo utilizado foi classificado por CARVALHO *et al.* (1983) como Terra Roxa Estruturada "integrade" para Latossolo Vermelho Escuro, distrófico, textura média argilosa, com os resultados da análise mecânica constantes nas TABELAS 1 e 2 e química na TABELA 3.

TABELA 1. Resultados da análise granulométrica e classe textural.

Valores em porcentagem						Classe Textural		
Areia		Silte		Argila				
Amg	Ag	Am	Af	Amf	Total			
0,2	2,4	18,4	19,1	5,7	45,8	25,1	29,1	franco argiloso

TABELA 2. Resultados da densidade de partículas, densidade global e porosidade total.

Densidade de partículas (g/cm ³)	Densidade global (g/cm ³)	Porosidade total (%)
2,45	1,20	51,02

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com nove tratamentos decorrentes da combinação dos potenciais mínimos de água no solo de -0,05, -0,20 e -1,50 MPa, com os estádios fenológicos de máximo perfilhamento, florescimento e grão leitoso, permanecendo uniformizados

durante o restante do ciclo, entre os potenciais de -0,01 e -0,05 MPa (TABELA 4).

TABELA 3. Resultados da análise química do solo utilizado no experimento, expressos por volume de terra fina seca ao ar (TFSA).

pH	m.o.	P.resina	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
CaCl ₂	%	g/cm ³	meq/100 cm ³ de solo						%
5,2	1,7	7	0,2	2,4	1,3	2,5	3,9	6,4	61

Para o acompanhamento dos parâmetros estudados, foram instalados dois blocos, com seis repetições em cada um, perfazendo um total de 12 repetições para cada tratamento. Além disso, o experimento constou de mais quatro repetições para a correção do peso dos vasos, devido ao aumento da fitomassa de cada unidade experimental, durante o desenvolvimento do ciclo fenológico.

TABELA 4. Caracterização dos tratamentos, com os respectivos estádios fenológicos da cultura.

Tratamentos	Estádios fenológicos		
	Máximo perfilhamento	Florescimento	Grão leitoso
1	I*	I	I
2	S1**	I	I
3	I	S1	I
4	I	I	S1
5	S2***	I	I
6	I	S2	I
7	I	I	S2
8	S1	S1	S1
9	S2	S2	S2

* I = irrigado (-0,01 a -0,05 MPa)

** S1 = déficit moderado (-0,15 a -0,20 MPa)

*** S2 = déficit intenso (-1,00 a -1,50 MPa)

Cada unidade experimental constou de um vaso plástico impermeável, contendo 8.000 g de terra fina seca ao ar, retirada da camada de 0-20 cm de profundidade, e passada em peneira de 5mm de malha.

Foram coletadas amostras representativas de cada grupo de 5 vasos e levadas em estufa a 105o C, até peso constante, para posterior determinação da umidade do solo, com base em peso seco, a qual foi utilizada, juntamente com a curva característica do solo, no controle dos potenciais de água definidos em cada tratamento.

De acordo com os resultados da análise química do solo, cada vaso recebeu, antes da semeadura, 150 ppm de fósforo elementar, 60 ppm de potássio elementar e 60 ppm de nitrogênio elementar, não sendo necessária a correção do pH. A adubação preconizada foi feita vaso por vaso, utilizando-se de uma caixa de fibra sintética, para homogeneizar adequadamente os adubos com o solo de cada unidade experimental. A partir do vigésimo quinto dia após a semadura, foram aplicados, semanalmente, 200 ml de solução nutritiva completa de micronutrientes por vaso (WAUGH & FITTS, 1966), na concentração de 1%. Aos 30 dias após a semeadura, procedeu-se a adubação de cobertura, colocando-se 25 ppm de nitrogênio elementar por vaso, diluídos em 200 ml de água.

A semeadura foi realizada dia 18/05/91, à uma profundidade média de 1,5 cm, colocando-se 15 sementes da cultivar FM-519 de cevada cervejeira (*Hordeum vulgare* L.) por vaso, tratadas previamente com fungicida à base de THIRAM, na dosagem de 300 g do produto comercial por 100 Kg de semente. Em seguida, foram adicionados em torno de 1.000 ml de água por vaso, para possibilitar uma germinação adequada das sementes.

Após a emergência e desenvolvimento inicial das plântulas, realizaram-se dois desbastes, deixando cada vaso com quatro plantas.

Para minimizar os efeitos da evaporação e melhorar a uniformidade entre os tratamentos, os vasos foram cobertos com filme plástico flexível transparente, quando as plantas estavam com 23 dias após a semeadura.

A diferenciação dos tratamentos teve início aos 35 dias após a semeadura, seguindo os períodos e datas conforme a TABELA 5.

No controle das irrigações, os vasos eram pesados diariamente em balança com sensibilidade de um grama, entre 8:00 e 10:00 horas, para posterior reposição da água evapotranspirada no período, sempre que necessário.

Ao longo do desenvolvimento do ciclo da cultura, foram efetuadas pulverizações semanais preventivas, com inseticida e acaricida organofosforado sistêmico, contendo 240 gramas de fosfato

2-carbometoxi-1-metil-vinil-dimetila por litro, em formulação concentrada emulsionável (CE), na dosagem de 0,2%.

TABELA 5. Períodos das diferenciações dos tratamentos e dias após a semeadura (DAS).

Diferenciação dos tratamentos	Datas	DAS
1a.	22 a 28/06/91	35 - 41
2a.	22 a 28/07/91	65 - 71
3a.	17 a 23/08/91	

A última irrigação do experimento, deu-se aos 100 dias após a semeadura. A partir daí, os tratamentos foram acompanhados até a maturação completa das espigas, o que ocorreu aos 121 dias após a semeadura, data em que realizou-se a colheita final do experimento.

Para a avaliação dos parâmetros de produção, foram feitas as seguintes medições: produção final de grãos (estimada através da somatória da matéria seca de grãos de quatro plantas e expressa em gramas); peso de 100 grãos (determinado de acordo com as Regras para Análise de Sementes do DNPV/DISEM do Ministério da Agricultura, Portaria no. 532 de 29/07/76); teor de proteína dos grãos (realizado conforme Portaria no. 389 de 09/05/79, do Ministério da Agricultura); tamanho médio das espigas (determinado através da média aritmética entre os tamanhos de todas as espigas de quatro plantas, em centímetros); número total de espigas (caracterizado pelo somatório total de espigas existentes em cada tratamento); e número de espigas chochas (definido como as espigas que apresentaram 50% mais um de grãos chochos).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de produção final de grãos, peso de 100 grãos e teor de proteína dos grãos podem ser vistas na TABELA 6 e Figura 1, enquanto a análise de variância encontra-se na TABELA 7.

Com relação à produção de grãos, a análise de variância, entre os diferentes tratamentos, mostra significância estatística em nível de 1% de probabilidade. Assim, a comparação das médias, pelo teste Tukey, evidencia o decréscimo deste

parâmetro com a intensificação e repetição de ciclos de défices hídricos, sendo que esse decréscimo se manifestou com maior ou menor intensidade, dependendo do estágio fenológico de ocorrência dos diferentes níveis de défices. Dessa forma, verifica-se que os maiores valores de produção de grãos, ocorreram nos tratamentos 1 (irrigado diariamente), 2 (défice moderado no estágio de máximo perfilhamento) e 4 (défice moderado no estágio de grão leitoso), não apresentando significância estatística entre si, apesar de o tratamento 1 (irrigado), mostrar a maior produção final de grãos. A seguir, os tratamentos 3 (défice moderado no estágio de florescimento), 5 (défice intenso no estágio de máximo perfilhamento) e 7 (défice intenso no estágio de grão leitoso), tiveram uma produção de grãos, em torno de 80% da produção verificada no tratamento irrigado. Em seguida, o tratamento 8 (submetido a três ciclos de défices moderados, nos estádios de máximo perfilhamento, florescimento e grão leitoso), teve produção de grãos em torno de 61% do tratamento irrigado, ficando o tratamento 6 (défice intenso no estágio de florescimento), logo depois, com 53% da produção relativa de grãos. Por último, o tratamento 9 (sob três ciclos de défices intensos, nos três estádios fenológicos), mostrou uma produção relativa de grãos, em torno de 42% do tratamento irrigado, sendo o menos produtivo.

TABELA 6. Médias de produção final de grãos (g), peso de 100 grãos (g) e teor de proteína dos grãos (%).

Trat.	Produção de grãos	Peso de 100 grãos	Proteína dos grãos
1	27,864 A(*)	5,229 A	9,34 B
2	25,780 AB	4,534 AB	9,72 AB
3	21,914 BC	4,628 AB	9,50 AB
4	26,065 A	4,860 AB	9,97 AB
5	22,013 BC	4,425 B	9,72 AB
6	14,868 DE	4,584 AB	10,44 AB
7	21,711 C	4,312 B	10,12 AB
8	17,042 D	4,692 AB	10,14 AB
9	11,562 E	4,108 B	11,72 A
Médias	20,982	4,597	10,07

(*) As letras representam a comparação, em cada coluna, pelo teste Tukey, sendo que letras iguais, representam médias que não diferem significativamente entre si.

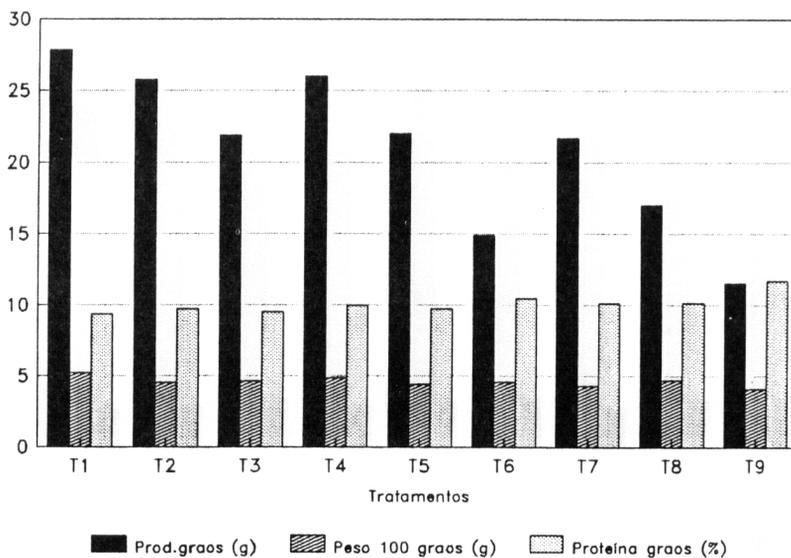


Figura 1. Médias de produção final de grãos (g), peso de 100 grãos (g) e teor de proteína dos grãos (%).

TABELA 7. Análise de variância (teste F) de produção de grãos (g), peso de 100 grãos (g) e teor de proteína dos grãos (%).

Causa de variação	G.L.	Produção de grãos	Peso de 100 grãos	Proteína dos grãos
Blocos	1	0,82	11,33**	2,77
Tratamentos	8	62,56**	5,77**	2,95
Resíduo	8			
Total	17			
CV (%)		4,67	4,13	5,75

* = significativo a 5%

** = significativo a 1%

Os resultados para este parâmetro, mostraram que déficit hídrico moderado, ocorrendo individualmente nos estádios de máximo perfilhamento e grão leitoso, não afetou a produção final de grãos; contrariamente, quando o mesmo déficit moderado se manifestou no estádio de florescimento, diminuiu significativamente a produção. Com a ocorrência de déficit intenso, em cada um dos estádios fenológicos, houve decréscimo significativo na produção de grãos, sendo a maior queda observada no estádio de florescimento. Ciclos repetidos de défices moderados ou intensos,

comprometeram o crescimento e desenvolvimento da cultura, diminuindo significativamente a produção final de grãos.

No que se refere ao peso de 100 grãos, a análise de variância expressou diferença significativa, entre tratamentos e blocos, à nível de 1% de probabilidade, mostrando tendência à diminuição do peso de 100 grãos, do tratamento 1 (irrigado diariamente) ao tratamento 9 (submetido a 3 ciclos de défices hídricos intensos), o qual mostrou o menor resultado. Comparando-se as médias dos vários tratamentos, através do teste Tukey, verifica-se que o maior valor, para o peso de 100 grãos, ficou com o tratamento 1 (irrigado), diferindo estatisticamente apenas em relação aos tratamentos 5 (déficit intenso no estádio de máximo perfilhamento), 7 (déficit intenso no estádio de grão leitoso) e 9 (défices intensos nos três estádios), sem apresentar significância em relação aos demais tratamentos.

Sobre o teor de proteína dos grãos, a análise de variância (teste F) não mostrou significância estatística entre os diferentes tratamentos. Contudo, quando da comparação das médias pelo teste Tukey, verificou-se diferença significativa apenas entre os tratamentos 1 (irrigado) e 9 (défices intensos nos três estádios) ficando, respectivamente, com o menor e maior valor para este parâmetro. De qualquer forma, independentemente da análise estatística, houve tendência ao aumento do teor de proteína dos grãos, com a diminuição do potencial de água no solo.

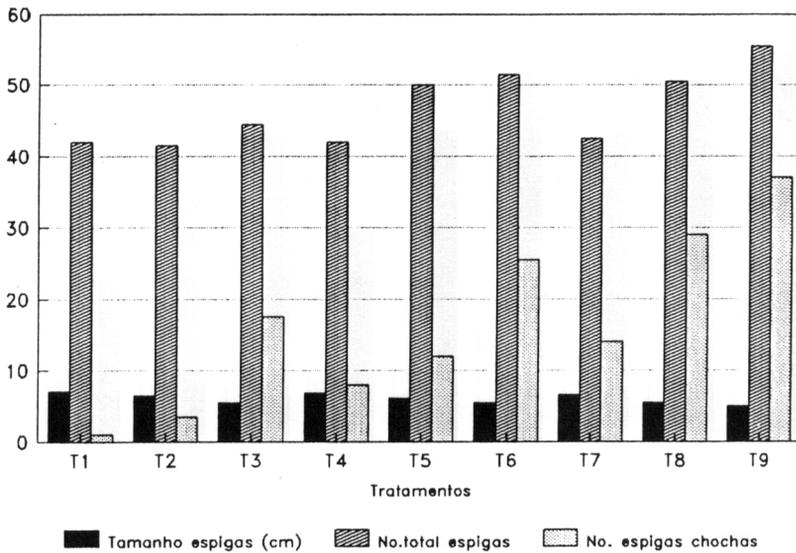


Figura 2. Médias de tamanho médio das espigas (cm), número total e número de espigas chochas por tratamento.

A TABELA 8 e Figura 2 apresentam as médias para o tamanho de espigas, número total e de espigas chochas por tratamento, sendo que a análise de variância pode ser vista na TABELA 9.

TABELA 8. Tamanho médio das espigas (cm), número total e número de espigas chochas por tratamento.

Trat.	Tamanho de espigas	Nº total de espigas	Nº espigas chochas
1	7,2 A(*)	42,0 A	1,0 E
2	6,5 AB	41,5 A	3,5 E
3	5,6 AB	44,5 A	17,5 C
4	6,9 A	42,0 A	8,0 DE
5	6,2 AB	50,0 A	12,0 CD
6	5,5 AB	51,5 A	25,5 B
7	6,6 AB	42,5 A	14,0 CD
8	5,6 AB	50,5 A	29,0 B
9	5,1 B	55,5 A	37,0 A

(*) As letras representam a comparação, em cada coluna, pelo teste Tukey, sendo que letras iguais, representam médias que não diferem significativamente entre si.

A análise de variância, para o tamanho de espigas, mostrou diferença significativa entre tratamentos, à nível de 5% de probabilidade. No

entanto, quando da aplicação do teste Tukey às médias de cada um dos tratamentos, verificou-se apenas significância dos tratamentos 1 (irrigado) e 4 (déficit moderado no estágio de grão leitoso), que tiveram os maiores valores, em relação ao tratamento 9 (sob três ciclos intensos de défices), o qual apresentou o menor resultado, não havendo diferença significativa entre os demais tratamentos.

TABELA 9. Análise de variância (teste F) de tamanho de espigas (cm), número total e número de espigas chochas.

Causa de variação	G.L.	Tamanho espigas	Nº total de espigas	Nº espigas chochas
Blocos	1	0,23	0,08	0,88
Tratamentos	8	4,92*	4,00*	94,15**
Resíduo	8			
Total	17			

CV (%) 7,13 3,94 10,74

* = significativo a 5%

** = significativo a 1%

Mesmo sem a ocorrência de significância, verificou-se maior sensibilidade à défices hídricos, com relação à diminuição do

tamanho médio das espigas, no estágio de florescimento. Esta tendência pode ser vista nos tratamentos 3 e 6, submetidos a défices moderados e intensos, respectivamente, ambos no estágio de florescimento, os quais apresentaram decréscimo mais acentuado no tamanho médio das espigas, quando comparados aos tratamentos mantidos sob os mesmos défices em outros estádios.

O número total de espigas mostrou significância entre tratamentos (teste F), à nível de 5% de probabilidade, embora a comparação das médias, através do teste Tukey, não expressou tal significância. De qualquer maneira, vê-se que os tratamentos 5 (défice intenso no perfilhamento), 6 (défice intenso no florescimento), 8 (défice moderado nos três estádios) e 9 (défice intenso nos três estádios), tiveram um aumento relativo no número total de espigas, quando comparados com os demais tratamentos. Este comportamento, parece estar relacionado ao aumento do número de perflhos, observado nesses tratamentos, sugerindo ser uma resposta da planta a condições adversas.

No tocante ao número de espigas chochas, a análise de variância evidenciou significância estatística para tratamentos, à nível de 1% de probabilidade. Assim, quando da comparação das médias de tratamentos, pelo teste Tukey, observamos que o maior número de espigas chochas ocorreu no tratamento 9 (défices intensos nos três estádios), com valores extremamente elevados (37 espigas chochas/tratamento), seguido dos tratamentos 8 (défices moderados nos três estádios) e 6 (défice intenso no florescimento), ficando os resultados mais baixos para os tratamentos 2 (défice moderado no perfilhamento) e 1 (irrigado), o qual apresentou o menor valor (1 espiga chocha/tratamento). Este componente da produção, mostrou-se o mais sensível ao déficit hídrico, sendo um dos principais responsáveis pelo decréscimo na produção de grãos, onde o estágio de florescimento caracterizou-se novamente, como o mais susceptível à déficit de água.

Vários trabalhos citados na literatura, concordam com os resultados obtidos no presente estudo, afirmando existir aumento do número de espigas chochas, com a diminuição do potencial de água no solo, sobretudo no período compreendido entre a emergência e a antese, sendo um dos principais responsáveis pelo decréscimo da produtividade em plantas de cevada (LAWLOR *et al.*, 1981).

CONCLUSÕES

- 1- Os efeitos de défices hídricos, sobre os parâmetros estudados, variaram com a intensidade, duração e estágio fenológico da cultura.
- 2- Déficit hídrico moderado, ocorrendo individualmente nos estádios de máximo perfilhamento e grão leitoso, não afetou a produção de grãos; contrariamente, quando o mesmo déficit moderado se manifestou no estágio de florescimento, diminuiu significativamente a produção.
- 3- A ocorrência de déficit hídrico intenso, em cada um dos estádios fenológicos, bem como ciclos repetidos de défices (moderados ou intensos), levaram à diminuições significativas na produção de grãos.
- 4- Independentemente da intensidade, o estágio de florescimento se mostrou o mais sensível ao déficit hídrico.
- 5- Houve tendência ao aumento do teor de proteína dos grãos, quando da diminuição do potencial de água no solo, sobretudo no tratamento submetido a três ciclos intensos de défices.
- 6- O número de espigas chochas, foi o componente de produção mais afetado, pela diminuição do potencial de água no solo.
- 7- O manejo da irrigação na cultura da cevada, quando se busca a máxima eficiência no uso da água, deve levar em conta os diferentes estádios fenológicos.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof.Dr. Antonio Evaldo Klar, do Departamento de Engenharia Rural, da Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP, Botucatu, SP, pela colaboração e incentivo, e ao CNPq, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASPINALL, D.; NICHOLLS, P.B.; MAY, L.H. The effects of moisture stress on the growth of barley. *Australian Journal of Agricultural Research*, Melbourne, v.15, p.729-745, 1964.

- BEGG, J.F.; TURNER, N.C. Crop water deficits. *Advances in Agronomy*, New York, v.28, p.161-217, 1976.
- BRASIL. Portaria nº 532, de 20 de julho de 1976. Regras para análise de sementes. Diário Oficial da União, Brasília, v.114, n.49, p.10356, 5 ago. 1976. Seção 1, pt.1.
- BRASIL. Portaria nº 389, de 9 de maio de 1971. Normas de qualidade da cevada industrial. Diário Oficial da União, Brasília, v.107, n.90, p.6712-6714, 14 maio 1979. Seção 1, pt.1.
- CARVALHO, W.A.; ESPINDOLA, C.R.; PACCOLA, A.A. Levantamento de solos da Fazenda Lageado. Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônomicas, 1983. 95p. (Boletim Científico, 1).
- DENMEAD, O.T.; SHAW, R.H. The effects of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. *Agronomy Journal*, Madison, v.52, n.5, p.272-274, 1960.
- FARIA, M.A. Comportamento de seis genótipos de cevada (*Hordeum vulgare* L.) sob regime de sequeiro e de irrigação, na região de Botucatu-SP. Botucatu, 1990. 137p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP.
- GARDNER, W.R.; NIEMAN, R.H. Lower limit of water availability to plants. *Science*, Washington, v.143, p.1460-1462, 1964.
- KLAR, A.E.; CATÂNEO, A.; DENADAI, I.A.M. *et al.* Medidas de adaptação de plantas de trigo a déficits hídricos. *Científica*, Jaboticabal, v.13, n.1/2, p.117-127, 1985.
- KLAR, A.E.; DENADAI, I.A.M.; CATÂNEO, A. Resistência à seca de nove cultivares de trigo no estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 8, 1988, Florianópolis. Anais... Florianópolis: ABID, 1988. v.1, p.181-201.
- KOSLOWSKI, T.T. *Water deficits and plant growth*. New York: Academic Press, 1968. 2v.
- KRAMER, P.J. *Plant and soil water relationships: a modern synthesis*. New York: Mc Graw-Hill, 1969. 538p.
- LAWLOR, D.W.; DAY, W.; JOHNTON, A.E. Growth of spring barley under drought: crop development, photosynthesis, dry-matter accumulation and nutrient content. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v.96, p.167-186, 1981.
- MILLAR, A.A. *Manejo racional da irrigação: uso de informações básicas sobre diferentes culturas*. Brasília: IICA, 1984. 56p.
- MINELLA, E.; WENDT, W.; DA LUZ, W.C. *et al.* Recomendações técnicas para o cultivo da cevada cervejeira. Circular Técnica do Centro Nacional de Pesquisa do Trigo, Passo Fundo, n.1, p.1-23, 1981.
- ROBINS, J.S.; DOMINGO, C.E. Some effects of severe soil moisture deficits at specific growth stages in corn. *Agronomy Journal*, Madison, v.45, p.618-621, 1953.
- RODRIGUES, J.D. A influência de diferentes regiões de umidade do solo em gladiólos. Botucatu, 1973. 92p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas, UNESP.
- SALTER, P.J.; GOODE, J.E. Crop responses to water at different stages of growth. England: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1967. 246p.
- SCALOPPI, E.J. Efeito de défices hídricos em diferentes estágios fenológicos da batata. Botucatu, 1973. 103p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas, UNESP.
- SHARMA, R.A.; GUPTA, R.K.; SHARMA, R. Influence of soil water potential on the growth of barley. *Indian Society of Soil Science Journal*, New Delhi, v.34, p.707-712, 1986.
- SLATYER, R.O. *Plant-water relationships*. London: Academic Press, 1967. 366 p.
- URCHEI, M.A. Efeitos de défices hídricos, em três estádios fenológicos, da cultura da cevada (*Hordeum vulgare* L.). Botucatu, 1992. 164p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP.
- WAUGH, D.L.; FITTS, J.W. Estudos para interpretação de análises de solo: de laboratório e em vasos. Boletim Técnico, n.3, p.1-33, 1966.
- WELLS, S.A.; DUBETZ, S. Reaction of two barley cultivars to a period of soil water stress during heading. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v.30, p.701-704, 1970.

Recebido para publicação em 20.01.94
Aceito para publicação em 17.03.94