

## PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE CULTIVARES DE CEVADA SOB DÉFICITS HÍDRICOS

**Alexandre Barreto Almeida dos Santos; Antonio Evaldo Klar; Cleber Junior Jadoski**

*Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, klar@fca.unesp.br*

### 1 RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar parâmetros fisiológicos em seis cultivares de cevada (Borema, Lagoa, BRS – 180, BRS – 195, BRS – 225 e EMB – 128), por meio da imposição de ciclos de seca em diferentes estágios fenológicos da cultura. Os tratamentos utilizados foram: T1 - vasos irrigados constantemente até o final do ciclo da cultura; T2 - ciclo de seca iniciado aos 45 dias após a semeadura (DAS) e T3 - ciclo de seca iniciado aos 65 DAS. Avaliaram-se a resistência difusiva ao vapor de água ( $R_s$ ), teor relativo de água (TRA) e potencial de água na folha ( $\Psi_f$ ). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados: quatro blocos, seis cultivares de cevada e três tratamentos, totalizando setenta e duas unidades experimentais. O experimento foi conduzido durante os meses de agosto a novembro de 2005, em estufa plástica localizada na área experimental do Departamento de Engenharia Rural - Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu – UNESP. Os dados analisados permitiram concluir que todas as cultivares de cevada apresentaram adaptação ao déficit hídrico, porém a cultivar EMB – 128 foi a que apresentou maior tendência à tolerância à seca e a BRS 180 a menor. Os resultados mostraram que apenas um ciclo de seca pode aumentar a tolerância à seca.

**UNITERMOS:** resistência difusiva ao vapor de água, teor relativo de água e potencial de água na folha.

### SANTOS, A. B. A.; KLAR, A. E.; JADOSKI, C. J. PHYSIOLOGICAL PARAMETERS IN BARLEY CULTIVARS UNDER WATER STRESS

### 2 ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate some physiological parameters in six barley cultivars (Borema, Lagoa, BRS-180, BRS-195, EMB-128 e BRS-225), under water stress in different crop phenological phases. The treatments were as follows: T1 - pots constantly irrigated until harvest; T2: - water stress starting from 45 days after sowing (DAS) and T3 - water stress starting from 65 DAS. Leaf resistance to water vapor diffusion ( $R_s$ ), relative water content (RWC), and leaf water potential ( $\Psi_l$ ) were used to evaluate drought tolerance. Pots were arranged in a randomized block design with four blocks, six barley cultivars, and three treatments, in a total of seventy two pots. The experiment was conducted from August to November 2005 in a polyethylene greenhouse located at the experimental area of Rural Engineering Department – FCA, UNESP – Botucatu - SP. The results showed that all barley cultivars presented some adaptation to water stress, but EMB-128 was the most

likely and BRS-180 the least likely to be drought tolerant. The results revealed that only one drought cycle may increase tolerance to drought.

**KEY WORDS:** Leaf resistance to water vapor diffusion, relative water content, and leaf water potential.

### 3 INTRODUÇÃO

Na década de 30, o Brasil começou a produzir cevada em escala comercial. Desde o início, a produção foi feita em resposta à demanda da indústria de malte cervejeiro obtido pelo processo de maltagem. Este consiste na germinação do grão da cevada em condições controladas, por três a seis dias, interrompida bruscamente por secagem sob altas temperaturas (torração). Até o final da década de 50, a produção foi realizada nas “Colônias” do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, com sementes importadas. Nos anos 60, com variedades locais mais resistentes à acidez de solo e adaptação ao clima, a produção foi ampliada com o cultivo da cultura também em outras áreas do país.

Utilizada na alimentação humana na forma *in natura* ou de bebida, desde o período antes de Cristo, a cevada apresenta fermentação inferior ao trigo e menor teor de glúten. Para se obter a qualidade exigida pela indústria, é conveniente que a cevada seja cultivada com o auxílio da irrigação, prática recomendável visando à produtividade e qualidade da cultura.

Típica de clima frio, a cevada cervejeira ganhou espaço no cerrado desde o final da década de 90, a partir do desenvolvimento pela Embrapa, de cultivares adaptadas às condições climáticas da região. Atualmente o cerrado brasileiro tem ampliado a área plantada com cevada cervejeira, diminuindo a importação do cereal, que ainda corresponde a cerca de 70% da cevada e do malte consumido no país. Dos cerca de um milhão de toneladas de malte consumidas no Brasil por ano para produção de cerveja, apenas 300 mil são produzidas no país (PLANAGEM)

A produção brasileira caracteriza-se por ter sido sempre realizada mediante contrato firmado entre empresas fornecedoras de sementes. Até meados dos anos 70, a produção contou com pouco ou nenhum apoio oficial. Entretanto, em 1976, o Governo Federal lançou o Plano Nacional de Auto-Suficiência em Cevada e Malte (PLANACEM), visando à substituição do produto importado pelo doméstico. Embora não tenha atingido a meta da auto-suficiência até 1984, os incentivos propiciaram ampliação significativa da capacidade interna de maltagem e armazenagem, e a intensificação e diversificação de pesquisa, realizada então pela iniciativa privada. Na tentativa de viabilizar a ampliação territorial do cultivo da cevada no Brasil, principalmente com vista à produção de malte, pesquisas desenvolvidas pela EMBRAPA e pela UNESP têm mostrado a possibilidade do cultivo deste cereal em outras regiões do país que não são de clima temperado (Faria, 1993).

Para o sucesso da implantação da cultura da cevada em regiões onde há falta ou irregularidade de chuvas, deve-se optar por cultivares que são mais adaptadas a condições de déficit hídrico. Com isso, desenvolveu-se o presente trabalho com objetivo de determinar, através de alguns parâmetros fisiológicos, a tolerância à seca de seis cultivares ora utilizadas no Brasil.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma estufa (20m x 5m) coberta com lona de polietileno de 150 micra de espessura, revestida com tela “sombrite” nas laterais, localizada na área experimental do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP, campus de Botucatu, com 22°52’55” de latitude sul, 48°26’22” de longitude oeste e 775 metros de altitude.

O solo utilizado no experimento foi classificado por Carvalho et al. (1983) como sendo Terra Roxa Estruturada “intergrade” para Latossolo Vermelho Escuro, distrófico, textura média.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três tratamentos: T1 – vasos constantemente irrigados por capilaridade, T2 – déficit hídrico iniciado aos 45 DAS (dias após a semeadura) e T3 – seca iniciada aos 65 DAS, seis cultivares de cevada (Borema, Lagoa, BRS – 180, EMB – 128, BRS – 225 e BRS – 195) e quatro repetições.

Para promover a irrigação por capilaridade nos tratamentos, os vasos eram colocados em pratos de polietileno preto, com diâmetro de 30 cm e 6 cm de altura, que se mantinham com água, quando necessário manter os vasos irrigados por capilaridade. Para tanto, os vasos eram furados em sua base, de modo que os potenciais de água do solo eram mantidos próximos à capacidade máxima de retenção de água do solo e, para que o solo não atravessasse tais orifícios, foi colocada tela plástica de polietileno e papel de filtro no fundo dos vasos.

Na época de diferenciação dos tratamentos, retiraram-se os pratos dos vasos dando início, assim, aos ciclos de seca até o solo atingir as imediações de -1,5 MPa, completando, assim, um ciclo de seca. Em seguida, foram recolocados os pratos com água para que o solo voltasse à situação hídrica anterior. A perda de água pelos vasos era monitorada diariamente através de pesagem. O experimento foi instalado em 01/08/2005 (semeadura), com 72 unidades experimentais. Cada unidade experimental constou de um vaso de polietileno preto, de 16 cm de altura x 23 cm de diâmetro superior x 18 cm de diâmetro inferior, o qual recebeu 8.000 g de terra fina seca ao ar (TFSA).

A semeadura foi realizada colocando-se cerca de 15 sementes por vaso, tratadas previamente com produto a base de Thiran, na dosagem de 250 ml do produto para cada 100 kg de sementes. Em seguida, foram adicionados cerca de 500 ml de água por vaso para germinação das sementes e início do crescimento das plantas. Foi realizado o desbaste aos 15 dias após a semeadura, deixando-se cada vaso com quatro plantas.

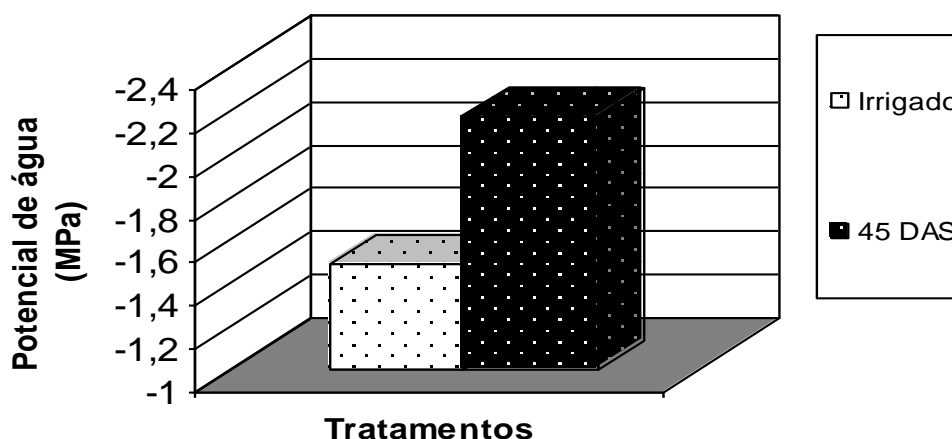
A primeira avaliação fisiológica foi realizada nos tratamentos 1 e 2, em 28/09/2005 (1 dia após completar o primeiro ciclo de seca no tratamento 2) e a segunda avaliação fisiológica nos tratamentos 1, 2 e 3, em 21/10/2005 (um dia após completar o primeiro ciclo de seca no tratamento 3). Quando a segunda avaliação foi realizada, o Tratamento 2 já sofrera dois ciclos de seca. Após a segunda avaliação, os Tratamentos 2 e 3 foram mantidos constantemente irrigados até a colheita do experimento.

Para determinar a resistência difusiva ao vapor d’água nos estômatos (Rs), utilizou-se um porômetro automático. As leituras foram feitas na superfície adaxial da porção mediana da 2ª. folha a partir do topo das plantas. O potencial de água na folha ( $\psi_f$ ) foi estimado pelo método da câmara de pressão (Scholander et al,1965). Para a determinação do teor relativo de água das folhas (TRA), seguiu-se as recomendações e metodologia contida em Klar, 1988.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Potencial de água na folha

Na Figura 1, estão representados os valores médios de  $\Psi_f$  obtidos durante a primeira avaliação. Houve significância estatística ao nível de 5% de probabilidade entre tratamentos, mas a análise das médias pelo teste de Tukey, representada no Quadro 1, não mostrou diferenças significativas entre as cultivares de cevada, mas sim entre os tratamentos T1 e T2.



**Figura 1.** Potencial de água na folha ( $\Psi_f$ ) x Tratamentos – 1ª Avaliação.

**Quadro 1.** Comparação das médias de Tratamentos, pelo teste de Tukey.  
Potencial de água na folha (MPa) 1ª Avaliação.

Cultivar/Trat.	Borema	BRS 180	BRS 195	BRS 225	EMB 128	Lagoa	Média
<b>Irrigado</b>	-1,47	-1,62	-1,50	-1,45	-1,37	-1,52	-1,49a
<b>45 DAS</b>	-2,32	-2,22	-2,32	-2,00	-1,95	-2,25	-2,17b
<b>Média</b>	-1,90	-1,92	-1,91	-1,72	-1,66	-1,88	

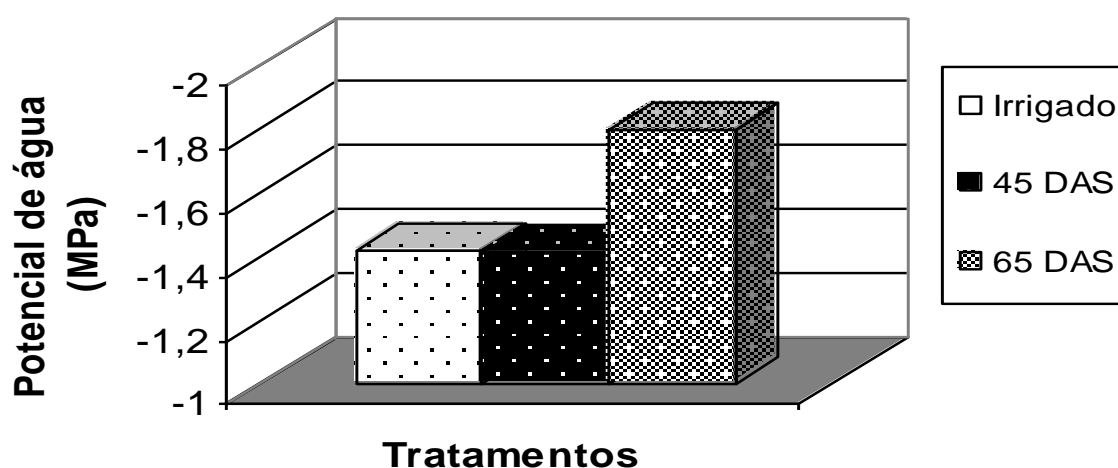
Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente.

Apesar das médias das cultivares de cevada não diferirem entre si dentro de cada tratamento, os valores das medidas de  $\Psi_f$  sugerem que, na condição do Tratamento 2 (45 DAS), a cultivar EMB 128 desenvolveu um  $\Psi_f$  maior que as demais variedades para satisfazer às mesmas demandas da atmosfera. Pode-se inferir que esta variedade teve a tendência de melhor se adaptar à condição de seca imposta naquele momento. Isto pode ser explicado devido a um possível ajustamento osmótico que ocorreu após o déficit de água imposto no Tratamento 2.

A Figura 2 mostra o  $\Psi_f$  medido aos 83 DAS nos três Tratamentos (Irrigado, 45 DAS e 65 DAS). A análise de variância (teste F) mostra significância estatística ao nível de 5% de probabilidade entre Tratamentos. A análise das médias pelo teste de Tukey, representada pelo Quadro 2, não mostrou diferenças significativas entre as cultivares de cevada, mas sim entre os três Tratamentos (Irrigado, 45 DAS e 65 DAS). Pode-se observar pelo Tratamento 3 (65 DAS) que a cultivar EMB 128 apresentou valor mais alto de  $\Psi_f$  em relação às outras,

repetindo o comportamento que apresentou na primeira avaliação, embora as médias das variedades não diferiram estatisticamente entre si. Convém salientar que os coeficientes de variação foram relativamente elevados (15,01 e 19,41% para as 1ª e 2ª avaliações, respectivamente) o que pressupõe a necessidade de maior número de repetições.

Pelo teste de Tukey representado pelo Quadro 2, observa-se que as médias dos Tratamentos Irrigado e 45 DAS não diferiram entre si, isto ocorreu porque, no momento da avaliação, esses dois Tratamentos se encontravam com o solo na capacidade de campo e isto proporcionou maiores valores de  $\Psi_f$ .



**Figura 2.** Potencial de água na folha ( $\Psi_f$ ) x Tratamentos – 2ª Avaliação

**Quadro 2.** Comparação das médias de Tratamentos, pelo teste de Tukey. Potencial de água na folha (MPa) 2ª Avaliação

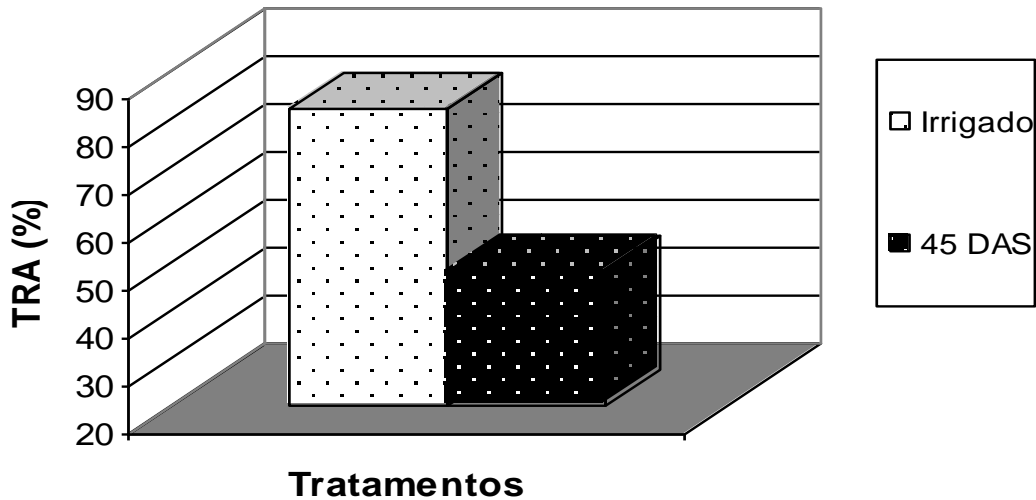
Cultivar/Trat.	Borema	BRS 180	BRS 195	BRS 225	EMB 128	Lagoa	Média
<b>45 DAS</b>	-1,32	-1,60	-1,42	-1,45	-1,50	-1,20	-1,41a
<b>65 DAS</b>	-1,87	-1,82	-1,72	-1,75	-1,72	-1,90	-1,80b
<b>Irrigado</b>	-1,57	-1,30	-1,42	-1,37	-1,42	-1,42	-1,42a
<b>Média</b>	-1,59	-1,57	-1,52	-1,52	-1,55	-1,50	

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente.

De acordo com o critério usado por Matin et al (1989), Simmons et al (1978) e Blum (1974), entre outros, provavelmente a cultivar EMB 128 foi a que mais se adaptou à seca, visto que ela desenvolveu um potencial maior do que as outras em condições de umidade limitada, havendo, provavelmente, a partir daí, um ajustamento osmótico das plantas.

### Teor Relativo de Água

Na Figura 3, estão representados os valores médios de TRA obtidos na 1ª Avaliação. A análise de variância (teste F) mostrou significância estatística ao nível de 5% de probabilidade entre Tratamentos. A análise das médias pelo teste de Tukey, representada no Quadro 3, não mostrou diferenças significativas entre as cultivares de cevada, mas sim entre os Tratamentos T1 e T2.



**Figura 3.** Teor relativo de água (TRA) x Tratamentos – 1ª Avaliação

**Quadro 3.** Comparação das médias de Tratamentos, pelo teste de Tukey.  
TRA (%) 1ª Avaliação

Cultivar/Trat.	Borema	BRS 180	BRS 195	BRS 225	EMB 128	LAGOA	Média
<b>Irrigado</b>	82,81	83,72	82,28	79,55	82,98	83,48	82,47a
<b>45 DAS</b>	42,16	47,08	48,93	50,09	58,94	41,91	48,19b
<b>Média</b>	62,49	65,40	65,60	64,82	70,96	62,70	

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente.

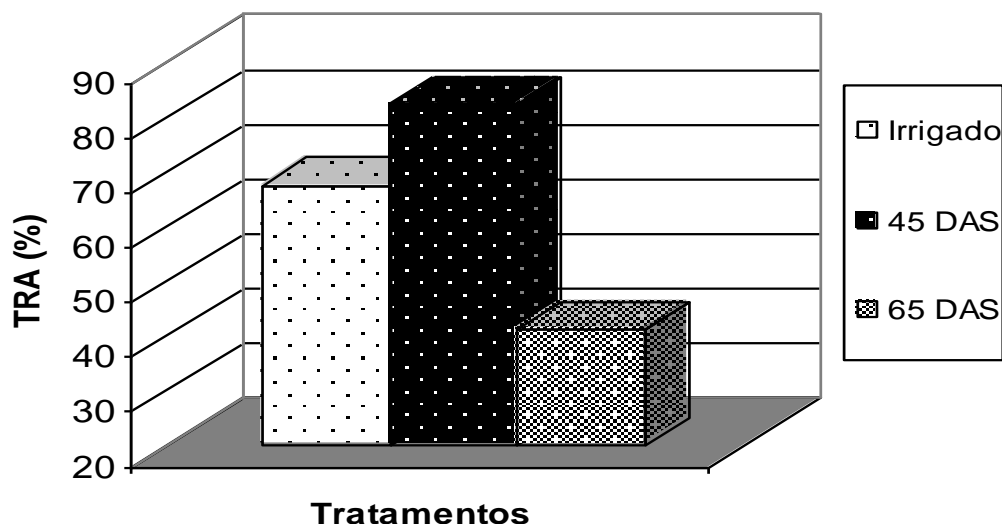
Apesar de o teste de Tukey não encontrar diferenças entre as médias dos cultivares, pode-se observar que a variedade EMB 128 foi a que apresentou maior TRA no Tratamento T2. Isto significa que ela foi capaz de manter maior quantidade de água em seus tecidos foliares quando submetida a déficit hídrico, em relação a outros cultivares para os mesmos potenciais de água nas folhas.

Segundo Clarke & McGraig (1982) e Schonfeld et al. (1988), as cultivares com maiores valores de TRA sob mesmas condições ambientais são mais resistentes à seca, provavelmente a cultivar EMB 128 foi a que mostrou tendência de melhor se adaptar à seca.

Na Figura 4, estão representados os valores médios de TRA obtidos na 2ª Avaliação. A análise de variância (teste F) mostrou significância estatística ao nível de 5% de probabilidade entre Tratamentos. A análise das médias pelo teste de Tukey representada pelo Quadro 4, não mostrou diferenças significativas entre as cultivares de cevada, mas sim, entre os Tratamentos.

Observando-se a Figura 4, verifica-se que, no Tratamento 3 (65 DAS), novamente a cultivar EMB 128 apresentou maior valor de TRA em relação às outros cultivares, mostrando mais uma vez que esta foi capaz de manter maior quantidade de água em seus tecidos foliares e, devido a isso, melhor se adaptou às condições de déficit hídrico, embora o teste de Tukey não tenha mostrado diferenças significativas entre as cultivares dentro deste Tratamento. Também se pode observar que os valores de TRA obtidos no Tratamento 2 (45 DAS) são maiores que os valores de TRA obtidos no Tratamento Irrigado. Isso mostra que, após os

ciclos de seca, todas as cultivares se adaptaram ao déficit hídrico, retendo mais água em seus tecidos foliares em comparação ao Tratamento Irrigado.



**Figura 4.** Teor relativo de água (TRA %) x Tratamentos – 2ª Avaliação.

**Quadro 4.** Comparação das médias de tratamentos, pelo teste de Tukey.  
TRA (%) 2ª Avaliação

Cultivar/Trat.	Borema	BRS 180	BRS 195	BRS 225	EMB 128	LAGOA	Média
<b>45 DAS</b>	84,24	79,34	83,46	80,54	82,56	83,13	82,21a
<b>65 DAS</b>	42,88	42,71	35,25	42,42	47,86	37,13	41,38b
<b>Irigado</b>	69,01	71,22	64,41	66,91	70,97	63,41	67,65c
<b>Média</b>	65,37	64,43	61,04	63,29	67,13	61,22	

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente.

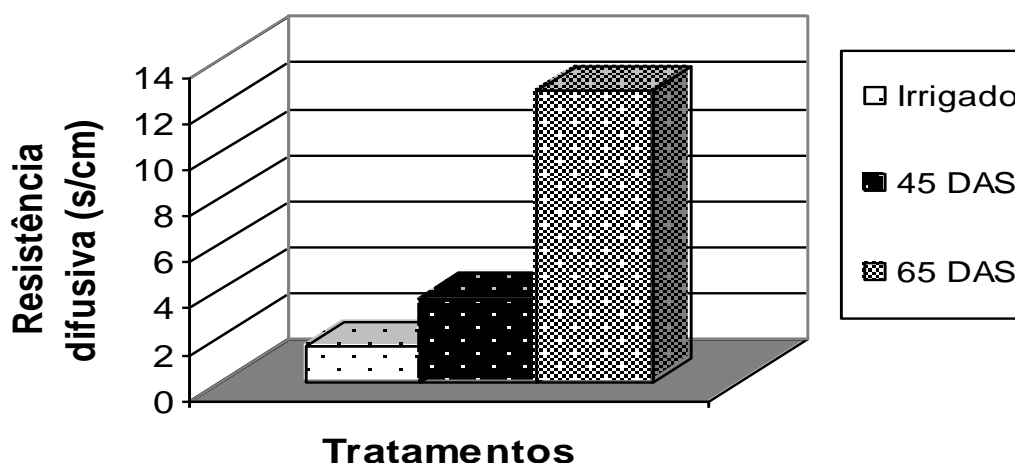
Os resultados são concordantes com os experimentos conduzidos por Denadai & Klar (1995), que mostraram que plantas de trigo preconditionadas à seca apresentaram TRA mais elevado em relação a plantas constantemente irrigadas aos mesmos  $\Psi_f$ , indicando que houve tendência à adaptação das plantas às condições de déficit hídrico.

### Resistência difusiva das folhas ao vapor d'água

Na Figura 5, estão representados os valores médios de  $R_s$  obtidos na 2ª Avaliação. A análise de variância (teste F) mostrou significância estatística ao nível de 5% de probabilidade entre tratamentos. A análise das médias pelo teste de Tukey, representada pelo Quadro 5, não mostrou diferenças significativas entre as cultivares de cevada, mas sim entre os tratamentos. Saliente-se, novamente, que o CV (coeficiente de variação) foi elevado (23,93%).

Observando a Figura 5, verificou-se que os menores valores para  $R_s$  ocorreram no Tratamento T1 (irrigado) e os maiores valores para o Tratamento T3 (65 DAS). Os cultivares do Tratamento 2 mostraram uma adaptação aos ciclos de seca, já que apresentaram  $R_s$  maior que o T1, sendo que, em ambos os Tratamentos, o solo se apresentava na mesma condição hídrica (Capacidade de Campo). Clark & Hiller (1973) verificaram uma elevação da resistência difusiva com o decréscimo do potencial de água na folha, consequência da

diminuição da turgescência das células guarda, aumentando a diferença de temperatura entre a folha e o ar, em função da redução da taxa de transpiração.



**Figura 5.** Resistência Difusiva (Rs) x Tratamentos – 2ª Avaliação

**Quadro 5.** Comparação das médias de Tratamentos, pelo teste de Tukey.

Resistência Difusiva (s/cm) 2ª Avaliação

Cultivar/Trat.	Borema	BRS 180	BRS 195	BRS 225	EMB 128	LAGOA	Média
<b>45 DAS</b>	3,28	3,46	4,62	3,35	3,49	3,36	3,59a
<b>65 DAS</b>	14,65	10,24	11,48	13,80	13,53	12,00	12,62b
<b>Irigado</b>	1,71	1,38	1,42	1,55	1,28	1,88	1,54c
<b>Média</b>	6,54	5,02	5,84	6,23	6,10	5,75	

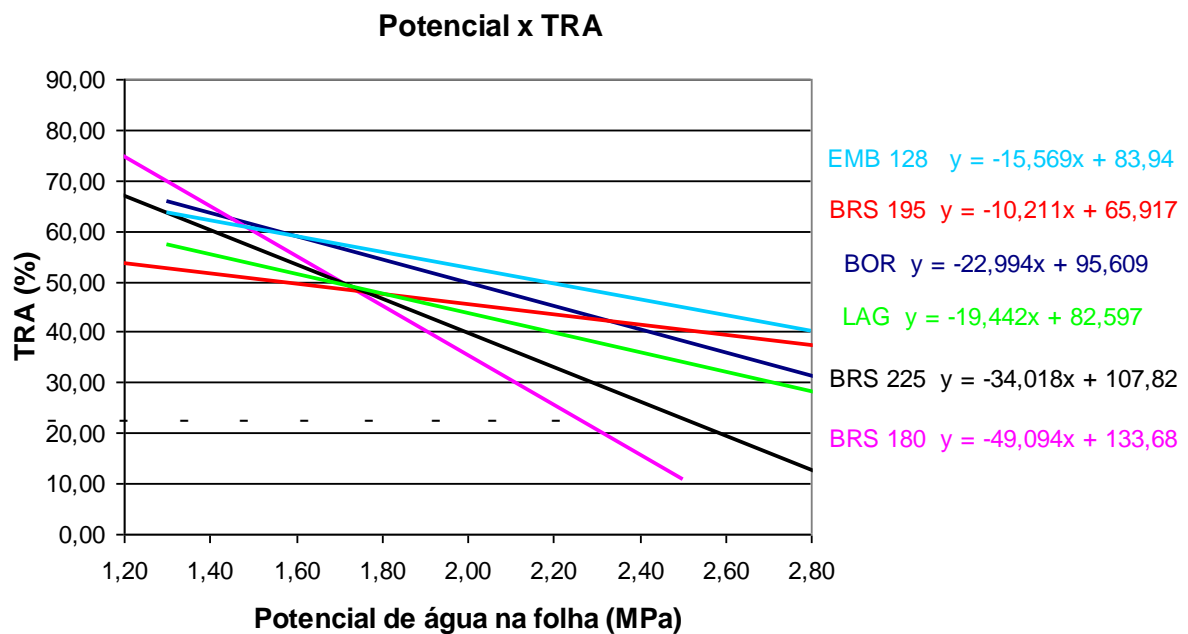
Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente.

Klar et al (1985), avaliando a adaptação de plantas de trigo a déficits hídricos, constataram que plantas condicionadas à seca apresentaram maior resistência à transpiração nas folhas, quando comparadas às não submetidas a déficit hídrico. Essas plantas desenvolveram um sistema de proteção com vistas à diminuição à perda de água.

#### Potencial de água x teor relativo de água na folha

Com o objetivo de verificar qual cultivar se adaptou melhor às condições de seca, construiu-se um gráfico no qual estão representados  $\Psi_f$  e TRA das seis cultivares de cevada, durante a segunda Avaliação. Os dados que compõem o gráfico foram, retirados do Tratamento T1 (irrigado) e do Tratamento T3, tal gráfico está representado na Figura 6.





**Figura 6.** Representação gráfica do TRA x  $\Psi_f$  de seis cultivares de cevada - 2ª Avaliação.

Observando-se a Figura 6, pode-se verificar que o cultivar EMB 128 foi a que apresentou maior tendência de adaptação às condições de seca, isto porque é capaz de manter mais água em seus tecidos, com TRA mais elevado sob um determinado  $\Psi_f$  em relação às outras cultivares. A cultivar BRS 180 teve um comportamento oposto na tendência de adaptação à seca, com menor quantidade de água em seus tecidos a um mesmo valor de  $\Psi_f$  em relação às outras cultivares.

Segundo Campos (1985), o declive das curvas características de água das folhas ( $\Psi_f$  x TRA) evidencia maior ou menor resistência à seca nas plantas. Denadai (1989) cita que, de acordo com Jones et al. (1981), a menor inclinação da curva, quando dispostos o TRA na ordenada e potencial da água nas folhas ( $\Psi_f$ ) na abscissa, serve para indicar a maior tolerância à seca porque a uma dada diferença em  $\Psi_f$  resulta em menor mudança do conteúdo relativo de água das folhas. Esta técnica foi utilizada por Klar et al. (1985) para a diferenciação de cultivares de trigo resistentes à seca.

## 6 CONCLUSÃO

Analisando-se os valores do potencial de água das folhas, do teor relativo da água e da resistência difusiva ao vapor das folhas, verifica-se que todas as cultivares de cevada apresentaram tendência à adaptação ao déficit hídrico, com maiores quantidades de água nos tecidos após períodos de ciclo de seca. A cultivar EMB 128 mostrou tendência para ter maior e a BRS 180, a menor tolerância nas condições estudadas.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRS, H.D. Effect of cyclic variations in gas Exchange under Constant environmental conditions on the ratio of transpiration to net photosynthesis. **Physiology Plante**, v.21, p.918-922, 1968.
- BLUM, A. Genotypic response in sorghum to drought stress. I. Response to soil moisture stress. **Crop Science**, v.14, p.361-364, 1974.
- CAMPOS, S. **Déficits hídricos em diferentes estágios de desenvolvimento da cultura de morango (Fragaria spp.)**. 1985. 67f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1985.
- CARVALHO, W.A.; ESPÍNDOLA, C.R.; PACCOLA, A.A. Levantamento de Solos da Fazenda Lageado. **Boletim Científico da Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu**, v.1, p.1-95, 1983.
- CLARK, R. N., HILER, E. A. Plant measurements as indicator of crop water deficits. **Crop Science**, v.13, p.466-469, 1973.
- CLARKE, J.M. & McGRAIG, T.M. Excised – leaf water retention capability as an indicator of drought resistance of triticum genotypes. **Canadian Journal Plant Science**, v.62, p.571-578, 1982.
- DENADAI, I.A.M. **Avaliação de alguns parâmetros fisiológicos relacionados à resistência a seca em quatro cultivares de trigo**. 1989. 90p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1989.
- DENADAI, I.A.M.; KLAR, A.E. Resistência à seca em quatro cultivares de trigo: parâmetros fisiológicos. **Science Agrícola**, Piracicaba, v.52, n.2, p.274:281, maio, 1995.
- FARIA, M.A.; ZANOTO, M.D.; CATÂNEO, A.; KLAR, A.E. Comportamento de seis cultivares de cevada (*Hordeum vulgare* L.) sob regime de irrigação em Botucatu, estado de São Paulo. **Científica**, São Paulo, v.21, n.1, p.97-111, 1993.
- KLAR, A.E.; CATÂNEO, A.; DENADAI, I.A.M.; SAAD, J.C.C.; OICARELI, M. Medidas da adaptação de plantas de trigo a déficits hídricos. **Científica**, São Paulo, v.13, p.117-127, 1985.
- MATIN, M.A.; BROWN, J.H.; FERGUSON, H. Leaf water potential, relative water content, and diffusive resistance as screening techniques for drought resistance in barley. **Agronomy Journal**, v.81, p.100-105, 1989.
- SAMMONS, D.J.; PETERS, D.B.; HYMOWITZ, T. Screening soybeans for drought resistance. **Crop Science**, v.18, p.1050-1055, 1978.
- SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; BRADSTRRET, E.D. Sap pressure in vascular plants. **Science**, Lancaster, v.148, p.339-346, 1965.

SCHONFELD, M.H.; JOHNSON, R.C.; CARVER, B.F. Water relations in winter wheat as drought resistance indicators. **Crop Science**, v.28, p.526-531, 1988.