

ANATOMIA QUANTITATIVA DA FOLHA DE CEVADA  
(*Hordeum vulgare* L.) SUBMETIDA A DÉFICIT HÍDRICO

Márcio C.S. Domingues<sup>1</sup>  
Mário Artemio Urchei<sup>2</sup>  
Roberto Antonio Rodella<sup>3</sup>

INTRODUÇÃO

A cevada (*Hordeum vulgare* L.) é considerada o quarto cereal em ordem de importância mundial. Apresenta características próprias, que permitem seu cultivo em regiões onde a alcalinidade dos solos, geadas e secas dificultam o cultivo de outros cereais (MINELLA et alii, 1981). De acordo com TAYLOR (1968), o déficit hídrico indica uma condição de água na planta inferior a um valor ótimo, caracterizado pela diminuição no conteúdo de água, no potencial osmótico e no potencial total de água na planta, acompanhado pelo comprometimento da turgidez celular, do fechamento dos estômatos e do decréscimo no crescimento. Se o déficit de água for muito intenso, ocorre drástica redução na fotossíntese, e há distúrbios de vários outros processos fisiológicos, paralização do crescimento e, finalmente, morte da planta por dessecação (KRAMER, 1969). PENFOUND (1931) verificou que plantas cultivadas em solo com alto teor de umidade diferiram daquelas cultivadas em solo com deficiência hídrica, e apresentaram alterações na estrutura anatômica das folhas. LOSCH et alii (1992), estabelecendo regimes de seca em plantas de cevada, constataram variações na condutância foliar e na taxa de transpiração em folhas situadas em diferentes níveis de inserção no colmo. A

<sup>1</sup> Aluno do Curso de Agronomia, Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP, Botucatu-SP.

<sup>2</sup> Aluno do Curso de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem, Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP, Botucatu-SP.

<sup>3</sup> Departamento de Botânica, Instituto de Biociências/UNESP, Botucatu-SP.

resistência à seca é uma das características desejáveis em culturas de interesse econômico. Há diferentes mecanismos fisiológicos exibidos nas respostas das plantas ao estresse de água, o qual pode afetar seu crescimento, modificar sua anatomia, morfologia e bioquímica (KRAMER, 1969).

Considerando-se a importância das necessidades de água para a cultura da cevada, bem como a importância da estrutura do mesófilo e dos estômatos no processo fotossintético, que influi diretamente na produção, realizou-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar quantitativamente o efeito do déficit hídrico na anatomia foliar da cevada.

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado em vasos, com solo classificado como Terra Roxa Estruturada "intergrade" para Latossolo Vermelho Escuro, distrófico, textura média/argilosa (CARVALHO *et alii*, 1983), mantido em casa de vegetação do Departamento de Botânica, do Instituto de Biociências de Botucatu/UNESP, SP.

Como adubação de sementeira, cada vaso recebeu 150 ppm de fósforo elementar (15,4 g de termofosfato magnésiano com boro e zinco), 60 ppm de potássio elementar (1,0 g de cloreto de potássio) e 60 ppm de nitrogênio elementar (2,4 g de sulfato de amônio). A adubação de cobertura foi realizada aos 30 dias após a sementeira, com 25 ppm de nitrogênio elementar (1,0 g de sulfato de amônio).

Semearam-se 15 sementes por vaso. Houve dois desbastes, que deixaram 4 plantas por vaso. O cultivar de cevada utilizado foi o FM-519. As plantas foram submetidas a potenciais de água do solo em torno de -0,1 bar (durante 81 dias a partir da sementeira) e de -2,0 bar (durante 38 dias a partir dos 43 dias após a sementeira), ou seja, em condições definidas como irrigada e de déficit hídrico, respectivamente, com 8 repetições.

O material foliar foi coletado aos 81 dias após a se-

meadura. Tomou-se a porção mediana da lâmina da segunda folha abaixo da folha bandeira, que foi estocada em álcool 70%. Posteriormente, tais porções foram cortadas transversalmente, coradas com Azul de Astra-Fucsina Básica (ROESER, 1972) e montadas em lâminas com gelatina glicerinada (DOP & GAUITÉ, 1928).

Os limites e contornos dos tecidos foram desenhados através de projeção das lâminas histológicas, com microscópio de projeção, sendo determinadas por planímetro as áreas (em  $\text{mm}^2$ ) dos diversos tecidos presentes na lâmina foliar. Impressões das epidermes foliares foram tomadas com adesivo instantâneo, com a finalidade de determinar o número e o tamanho dos estômatos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A TABELA 1 mostra que a área da quilha (região de nervura central), as porcentagens dos tecidos (epidérmico, esclerenquimático, vascular, parenquimático e da extensão da bainha do feixe vascular) presentes na quilha, bem como a espessura da lâmina foliar, a distância e o número de células epidérmicas entre os feixes vasculares, o número de estômatos por milímetro quadrado e a largura dos estômatos, não diferiram significativamente nos dois potenciais hídricos estudados. Essas características anatômicas não sofreram alterações significativas, em ambos os tratamentos, provavelmente, devido ao pequeno efeito causado pelo período de aplicação do déficit hídrico, sobre a formação dos tecidos foliares, como também constataram PITA et alii (1986/87), estudando a espessura dos tecidos da folha de seringueira, submetida a dois regimes hídricos. É possível que, se o déficit hídrico fosse provocado desde a emergência da plântula, ocorressem maiores alterações na estrutura anatômica da folha, pois, de acordo com KRAMER (1969), o surgimento repentino de um grave déficit hídrico pode causar maiores prejuízos que o seu estabelecimento progressivo, em prolongado período de tempo, pois neste caso, as plantas se tornam pré-condicionadas à seca e sobrevivem com menos danos.

**TABELA 1.** Características analisadas no cultivar FM-519 de cevada, submetido aos potenciais de água do solo de -0,1 bar (condição irrigada) e de -2,0 bar (condição de déficit hídrico).

Características Analisadas	-0,1 bar	-2,0 bar	F	CV(%)
Área da quilha ( $\times 10^{-4}$ mm <sup>2</sup> )	5514,35A	5698,83A	0,06ns	26,34
Epiderme (%)	10,69A	10,21A	0,60ns	7,11
Escierênquima (%)	8,73A	8,73A	0,00ns	9,15
Feixe vascular (%)	10,01A	9,93A	0,00ns	5,93
Extensão da bainha feixe vascular (%)	12,63A	13,53A	0,27ns	13,16
Parênquima (%)	57,97A	57,60A	0,03ns	4,91
Espessura da lâmina foliar ( $\mu$ m)	293,74A	292,70A	0,00ns	13,95
Distância entre feixes vasculares ( $\mu$ m)	405,73A	416,14A	0,19ns	11,72
Número células epiderme entre feixes	10,87A	11,37A	0,30ns	9,53
Número estômatos/mm <sup>2</sup> - Epiderme Adaxial	66,45A	70,15A	1,94ns	3,95
Número estômatos/mm <sup>2</sup> - Epiderme Abaxial	68,45A	70,80A	0,51ns	4,47
Comprimento estômato ( $\mu$ m) - Epiderme Adaxial	37,36A	33,61B	7,30*	7,82
Comprimento estômato ( $\mu$ m) - Epiderme Abaxial	39,58A	34,07B	16,12**	7,45
Largura estômato ( $\mu$ m) - Epiderme Adaxial	24,70A	24,20A	0,71ns	4,89
Largura estômato ( $\mu$ m) - Epiderme Abaxial	26,91A	25,67A	2,61ns	5,82
Produção grãos/planta (g)	6,97A	4,27B	103,94**	9,43
Fase de desenvolvimento (aos 69 dias)	Meia Flo- ração	Emborra- chamento	-	-

Médias seguidas pela mesma letra, em cada linha, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

ns = Não significativo ao nível de 5% de probabilidade; \* = Significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*\* = Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Verifica-se também (**TABELA 1**) que o comprimento dos estômatos das epidermes adaxial e abaxial, e a produção de grãos por planta, foram significativamente maiores no potencial hídrico de  $-0,1$  bar (condição irrigada). Esses resultados concordam com aqueles obtidos por PENFOUND (1931) e ANDELIC et alii (1970), para o comprimento dos estômatos, e com os constatados por ASPINALL et alii (1964), FERRAZ (1976) e LAWLOR et alii (1981), referentes à produção de grãos. Com relação a esse parâmetro, URCHEI (1992) concluiu que os efeitos de déficits hídricos, sobre a produção final de grãos de cevada, variam com o estágio fenológico da cultura.

A **TABELA 1** revela ainda que, aos 69 dias após a semeadura, as plantas em solo com potenciais de  $-0,1$  bar e  $-2,0$  bar, encontravam-se, respectivamente, nas fases de meia floração e de emborrachamento. De acordo com SLATYER (1967), o crescimento e o desenvolvimento das espécies vegetais são ocorrem quando o balanço interno de água for favorável, correspondendo a períodos de elevados potenciais de água, ou seja, quando o fornecimento de água for igual à evapotranspiração.

Torna-se evidente que a condição de déficit hídrico (potencial de  $-2,0$  bar), estabelecida para as plantas de cevada, foi determinante no atraso do desenvolvimento da cultura, bem como na redução da produção de grãos e do comprimento dos estômatos. Para as demais características anatómicas analisadas, essa condição de déficit hídrico não causou efeito, havendo, porém, certa tendência de aumento do número de estômatos, bem como de diminuição da largura dos estômatos, da espessura da lâmina foliar e das porcentagens dos tecidos epidérmico, vascular e parenquimático, o que concorda com os resultados obtidos por PENFOUND (1931).

## RESUMO

Estudou-se, aos 81 dias após a semeadura, a anatomia da porção mediana da lâmina foliar do cultivar FM-519 de cevada, com as plantas submetidas a potenciais de água do

solo em torno de  $-0,1$  bar )condição irrigada desde a sementeira) e de  $-2,0$  bar (condição de déficit hídrico por 38 dias a partir dos 43 dias após a sementeira). Verificou-se que a área da quilha (região da nervura central), as porcentagens dos tecidos (epidérmico, esclerenquimático, vascular, parenquimático e da extensão da bainha do feixe vascular) presentes na quilha, a espessura da lâmina foliar, a distância e o número de células epidérmicas entre os feixes vasculares, a largura e o número de estômatos por milímetro quadrado, não diferiram significativamente nos dois potenciais hídricos estudados. Entretanto, a condição de déficit hídrico foi determinante no atraso do ciclo de desenvolvimento da cultura, bem como na redução da produção de grãos e do comprimento dos estômatos das epidermes adaxial e abaxial.

**Palavras-chave:** Anatomia foliar, irrigação, cevada.

## SUMMARY

### QUANTITATIVE ANATOMY OF BARLEY (*Hordeum vulgare* L.) LEAF UNDER DROUGHT STRESS

The anatomical structure of the second leaf blade of barley (cultivar FM-519) was studied in plants submitted to water potentials in the soil ( $-0,1$  bar and  $-2,0$  bar). The results obtained showed that the following anatomic characteristics did not vary significantly between the water potentials studied: cross-sectional area of the keel region (midrib), percentage of different tissues present in the keel region, leaf blade thickness, distance (center to center) between the vascular bundles, number of epidermal cells between veins, width and number of stomata per square millimeter. However, drought stress was a limiting factor causing crop cycle delay, yield decrease and reduction of stomata length.

**Key words:** Leaf anatomy, irrigation, barley.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDELIC, M.; V. JANJATOVIC & S. BOROJEVIC, 1970. Number and Size of Stomata in Different wheat Genotypes. **Savremena Poljoprivreda**, 18(10): 803-807.
- ASPINALL, D.; P.B. NICHOLLS & L.H. MAY, 1964. The Effects of Moisture Stress on the Growth of Barley. **Aust. J. Agric. Res.**, 15: 729-745.
- CARVALHO, W.A.; C.R. ESPÍNDOLA & A.A. PACCOLA, 1983. Levantamento de Solos da Fazenda Lageado. **Bol. Cient. Fac. Ciênc. Agron. UNESP**, 1: 1-95.
- DOP, P. & A. GAUTIÉ, 1928. **Manuel de Technique Botanique**. 2.ed. Paris, J. Lamarre. 594p.
- FERRAZ, E.C., 1976. **Apontamentos de Fisiologia Vegetal**. Piracicaba, CALQ. 99p. (mimeografado).
- KRAMER, P.J., 1969. **Plant and Soil Water Relationships: A Modern Synthesis**. New York, McGraw-Hill. 538p.
- LAWLOR, D.W.; W. DAY & A.E. JOHNSTON, 1981. Growth of Spring Barley under Drought: Crop Development, Photosynthesis, Dry-Matter Accumulation and Nutrient Content. **J. Agric. Sci.**, 96: 167-186.
- LOSCH, R.; C.R. JENSEN & M.N. ANDERSEN, 1992. Diurnal Courses and Factorial Dependencies of Leaf Conductance and Transpiration of Differently Potassium Fertilized and Watered Field Grown Barley Plants. **Plant Soil**, 140: 205-224.
- MINELLA, E.; W. WENDT, W.C. DA LUZ et alii., 1981. Recomendações Técnicas para o Cultivo da Cevada Cervejeira. **Circ. Téc. Cent. Nac. Pesq. Trigo**, 1: 1-23.
- PENFOUND, W.T., 1931. Plant Anatomy as Conditioned by Light Intensity and Soil Moisture. **Amer. J. Bot.**, 18(7): 558-572.
- PITA, F.A.O.; M.A. OLIVA & E.A.M. SILVA, 1986/87. Desenvolvimento Morfológico de Folhas de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. e *H. pauciflora* Muell. Arg. Submetidas a Dois Regimes Hídricos. **Acta Amazônica**, 16/17: 175-188.
- ROESER, K.R., 1972. Die Nadel der Schwarzkiefer Massenprodukt und Kunstwerk der Natur. **Mikrokosmos**, 61: 33-36.

- SLATYER, R.O., 1967. **Plant-Water Relationships**. London, Academic Press. 366p.
- TAYLOR, S.A., 1968. Terminology in Plant and Soil Water Relations. In: KOZLOWSKI, T.T. (ed.). **Water Deficits and Plant Growth**. New York, Academic Press. V. 1, p. 49-72.
- URCHEI, M.A., 1992. Efeitos de Déficits Hídricos em Três Estádios Fenológicos, da Cultura da Cevada (*Hordeum vulgare* L.). Botucatu. 164p. (Mestrado - Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP).