

# TAXA TRANSPIRATÓRIA DE MUDAS DE EUCALIPTO EM RESPOSTA A NÍVEIS DE ÁGUA NO SOLO E À CONVIVÊNCIA COM BRAQUIÁRIA<sup>1</sup>

WILSON DA SILVA<sup>2</sup>, LINO ROBERTO FERREIRA<sup>3</sup>, ANTÔNIO ALBERTO DA SILVA<sup>3</sup> e LUÍS EDUARDO FIRMINO<sup>4</sup>

RESUMO - Objetivou-se avaliar a interferência de *Brachiaria brizantha* Stapf sobre a taxa transpiratória de mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook e *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, cultivadas em solos com diferentes níveis de água, em condições de casa de vegetação. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, em arranjo fatorial (2x3x4): duas espécies (*E. citriodora* e *E. grandis*), três níveis de água (20%, 23% e 26%) e quatro populações de *B. brizantha* (0, 1, 2 e 3 plantas/vaso). O nível de água nos vasos foi mantido constante, até a última avaliação do experimento, 70 dias após o transplante das mudas. A mensuração da taxa transpiratória foi realizada com um analisador de gás infravermelho. *Brachiaria brizantha*, independentemente do nível de água no solo, demonstrou ser competitiva no crescimento inicial de *E. citriodora* ou *E. grandis*, pela redução da taxa transpiratória. As folhas do terço superior das mudas de *E. citriodora* ou de *E. grandis* apresentaram maior taxa transpiratória que as folhas dos terços mediano e inferior, independentemente da população de *B. brizantha* e do nível de água no solo.

Termos para indexação: *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus grandis*, *Brachiaria brizantha*, umidade, desenvolvimento da planta, interferência das plantas.

## TRANSPIRATORY RATE OF EUCALYPT SEEDLINGS IN RESPONSE TO WATER LEVELS IN THE SOIL AND TO ASSOCIATION WITH BRACHIARIA

ABSTRACT - The effects of *Brachiaria brizantha* Stapf on the transpiratory rate of *Eucalyptus citriodora* Hook and *E. grandis* W. Hill ex Maiden seedlings cultivated in soils with three levels of water under greenhouse conditions were evaluated. Treatments were arranged in a factorial design, with four repetitions (2x3x4): two species (*E. citriodora* and *E. grandis*), three levels of water (20%, 23% and 26%), and four populations of *B. brizantha* (0, 1, 2 and 3 plants per vase). Water level in the vases was maintained constant until the last experiment evaluation, at 70 days after seedlings transplant. Measurements were done with an infrared gas analyzer (IRGA). Independently of water level in the soil, *Brachiaria brizantha* demonstrated its competitiveness for *E. citriodora* and *E. grandis* initial growing, by transpiratory rate reduction. *E. citriodora* or *E. grandis* seedlings upper third leaves presented higher transpiratory rate than mean and lower third leaves, independently of *B. brizantha* population and water level in the soil.

Index terms: *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus grandis*, *Brachiaria brizantha*, moisture, plant development, plant interference.

## INTRODUÇÃO

As espécies de plantas cultivadas variam bastante em suas capacidades de interferirem na comunidade

de infestante. A cultura do *Eucalyptus* apresenta crescimento inicial lento e manifesta alta sensibilidade à interferência de plantas daninhas, necessitando de cuidados especiais no controle das mesmas, até que essa cultura sombreie o solo, dificultando o crescimento e o desenvolvimento das infestantes. Dessa forma, o manejo inadequado de invasoras, como as gramíneas e especialmente *B. brizantha*, nos estádios iniciais de crescimento da cultura, pode resultar em elevadas perdas na produtividade das florestas.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 16 de junho de 1999.

<sup>2</sup> Eng. Flor., D.Sc., Dep. de Fitotecnia, UFV, Campus Universitário, CEP 36571-000 Viçosa, MG.

<sup>3</sup> Eng. Agrôn., D.Sc., Prof. Adjunto, Dep. de Fitotecnia, UFV. E-mail: lroberto@mail.ufv.br

<sup>4</sup> Eng. Agrôn., M.Sc., aluno do Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, Dep. de Fitotecnia, UFV.

Vários processos metabólicos nas plantas podem ser influenciados pela baixa disponibilidade de água nos solos, promovendo o fechamento parcial ou total dos estômatos e limitando a perda de água e, como conseqüência, a fixação de CO<sub>2</sub> (Nobel, 1974). Dessa forma, o funcionamento dos estômatos constituem um comprometimento fisiológico, quando abertos, permitindo a assimilação de gás carbônico. Fechando-se, conservam água e reduzem o risco de desidratação (Tenhunen et al., 1987). Segundo Barlow (1983), à medida que a disponibilidade de água no solo diminui, a taxa de transpiração decresce, como resultado do fechamento dos estômatos. Esse é um dos importantes mecanismos de defesa que as plantas apresentam contra as perdas exageradas de água e eventual morte por dessecação.

As perdas de água por transpiração das plantas de eucalipto, como da maioria de outras espécies de vegetais, são determinadas principalmente por: demanda climática, que é a resultante das relações entre radiação, déficit de saturação de vapor da atmosfera, temperatura e velocidade do vento; mecanismos fisiológicos relacionados com a resposta estomática a fatores ambientais; estrutura da copa, particularmente pelo índice de área foliar e disponibilidade de água no solo (Calder et al., 1992; Lima, 1996).

A condutância estomática pode ser entendida como um poderoso mecanismo fisiológico que as plantas terrestres vasculares possuem para o controle da transpiração (Jarvis & McNaughton, 1986). Para Hall et al. (1976) e Ludlow (1980), a taxa de transpiração e a taxa de fotossíntese líquida são proporcionais à condutância estomática e ao potencial de água na folha.

Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho avaliar a interferência de *Brachiaria brizantha* Stapf sobre a taxa transpiratória de mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook e *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden cultivadas em vasos contendo solo com diferentes níveis de água.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universi-

dade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. O solo utilizado foi Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico, fase terraço, apresentando textura argilo-arenosa, com 38% de areia grossa, 15% de areia fina, 10% de silte e 37% de argila (Embrapa, 1979); carbono orgânico 3,0% (Defelipo & Ribeiro, 1981), e pH 5,8, tendo sido coletado sob floresta nativa, à profundidade de 0-20 cm. A curva característica de umidade desse solo (Fig. 1) foi determinada utilizando-se o aparelho de membrana de pressão de Richards (1949). Essa curva foi utilizada para a determinação da quantidade de água a ser adicionada em cada vaso.

O experimento foi constituído de 24 tratamentos, compreendendo duas espécies de eucalipto (*Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus grandis*); três níveis de água (condição próxima ao estresse, 20%; intermediária, 23%; e condição próxima à capacidade de campo, 26%); e quatro populações de *Brachiaria brizantha* (0, 1, 2 e 3 plantas/vaso). O espaçamento entre os vasos foi de 35 cm. O delineamento adotado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema fatorial (2x3x4) e uma planta de eucalipto por unidade experimental (vaso), totalizando 96 unidades experimentais.

Fez-se a complementação da fertilização, durante a condução do experimento, aplicando-se, alternativamente, a cada 7 dias, solução nutritiva de Clark (1975) e a formulação 20-5-20 (N, P, K). Dessa forma, o total dos nutrientes aplicados por vaso foi de: 278 mg de N; 62 mg de P; 265 mg de K; 31 mg de Ca e 5 mg de Mg.

Após o preparo, as amostras de solo foram colocadas em vasos de plástico com capacidade para 3,25 kg, os quais foram recobertos internamente com polietileno de 0,05 mm de espessura, para evitar a perda de água por percolação. Após estabelecer os três níveis de água no solo, nos diferentes tratamentos, conforme a Tabela 1, fez-se o transplante das mudas de *Eucalyptus citriodora* e *E. grandis* e das mudas de *Brachiaria brizantha* nas populações estudadas. No momento do transplante, as mudas

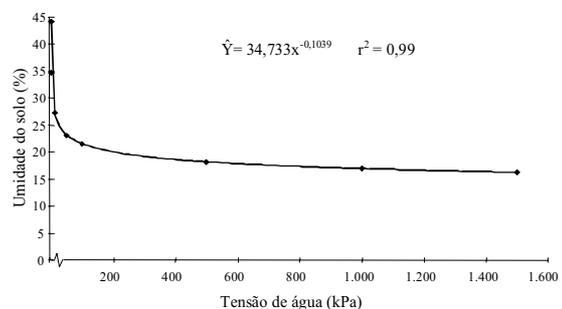


FIG. 1. Curva de retenção da água do solo utilizado.

**TABELA 1. Umidade residual do solo tensão de água no solo (mantida após o transplante das mudas), porcentagem do nível de água correspondente, e massa de água adicionada por vaso.**

Umidade residual (%)	Tensão de água após o transplante das mudas (kPa)	Nível de água correspondente (%)	Massa de água adicionada por vaso (g)
10,5	202,8	20	250
10,5	49,5	23	325
10,5	16,2	26	400

de eucalipto se encontravam com aproximadamente 20 cm de altura, e as de *B. brizantha*, com quatro folhas. O nível de água no solo foi mantido constante, durante toda a condução do experimento (70 dias após o transplante das mudas), fazendo-se a reposição da água evapotranspirada. Para esse controle utilizou-se um minitanque classe A, microtensiómetro e pesagens diárias, com reposições da água evapotranspirada às 8h, 13h e 16h30. Foi observada, dentro da casa de vegetação, média de evaporação potencial de 378,4 mL, temperatura máxima de 34,7°C, temperatura mínima de 21,0°C, e de umidade relativa do ar às 7h30 e às 14h, respectivamente de 83,6% e 56,2%.

A mensuração da taxa transpiratória foi realizada com um analisador de gás infravermelho (IRGA), portátil, sistema aberto, modelo LCA-2 (Analytical Development Co. - ADC. Ltd, Hoddesdon, UK), com uma câmara PLC-B (ADC) de 6,0 cm<sup>2</sup>. Foram feitas duas leituras, em duas folhas dos terços superior, mediano e inferior das plantas de cada tratamento, no final da condução do experimento, o que ocorreu 70 dias após o transplante das mudas. As plantas de eucalipto foram transportadas da casa de vegetação para uma sala especial com sistema de iluminação articulada, permanecendo em aclimatação por um período de 60 minutos, com temperatura de, aproximadamente, 22°C e 400  $\mu\text{mol}$  de fótons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$  de radiação fotossinteticamente ativa. A seguir, fez-se a determinação da taxa transpiratória. Foi fornecido ao analisador ar referencial com uma concentração de CO<sub>2</sub> constante de 340 ppm, proveniente da atmosfera externa, captado por uma mangueira e conectado ao IRGA. As medições foram realizadas com irradiância de 900 a 920  $\mu\text{mol}$  de fótons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Esses valores foram determinados previamente pela curva de radiação versus fotossíntese, que se situou entre 800 e 1.000  $\mu\text{mol}$  de fótons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

Os dados da taxa transpiratória obtidos foram submetidos à análise de variância para cada posição das folhas (terço superior, mediano e inferior), das duas espécies de eucalipto, sendo realizadas análises conjuntas, envolvendo as três posições das folhas.

As comparações dos níveis de água no solo, das populações de *B. brizantha* e das posições das folhas da planta, foram realizadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em ausência de *B. brizantha*, foram observados maiores valores da taxa transpiratória (*E*) do que em presença, nos três níveis de água no solo (Tabela 2). Observa-se que dentro dos níveis de água, a taxa transpiratória apresentou maiores valores a 23% e 26% de água, e menores valores a 20% de água no solo, em ausência e também em presença de uma e de duas plantas de *B. brizantha*/vaso. Todavia, em presença de três plantas de *B. brizantha*, não houve diferença entre os três níveis de água.

Esses resultados demonstram que as plantas de eucalipto têm *E* mais elevada, quando submetidas às condições ótimas de água e também sem interferência de *B. brizantha*. Nessas condições, as plantas das duas espécies foram beneficiadas, apresentando-se com maiores biomassa seca e área foliar (Silva, 1997). Porém, a presença de *B. brizantha* afetou negativamente essas duas características avaliadas em plantas de eucalipto. Esses resultados sugerem que o efeito da gramínea sobre o eucalipto pode não ser decorrente apenas da competição pelos fatores de crescimento (água, luz e nutrientes), mas também por efeitos alelopáticos. Isto porque durante a condução do experimento fez-se constante reposição de fertilizantes e de água e, no tratamento mais completo (26% de água), verificaram-se efeitos mais marcantes. É importante ressaltar que não houve sombreamento das mudas de eucalipto com *B. brizantha*. Para Donald (1963), a competição entre as plantas daninhas e a cultura é mais marcante pelo

fator água. Em geral, esse fator ocorre associado a outros fatores, especialmente envolvendo luz e nutrientes.

Para Einhellig (1986), as plantas exsudam naturalmente uma série de compostos orgânicos, alguns dos quais possuem propriedades alelopáticas, variando em quantidade e composição conforme as condições em que as plantas se encontram, tanto em relação às espécies quanto às suas idades. No entanto, as substâncias encontradas no solo, às quais se atribuem efeitos alelopáticos, são provenientes das raízes, ou são produzidas por microrganismos associados, ou resultam da decomposição dos resíduos orgânicos, nos quais se incluem as células mortas das raízes.

Na Tabela 3, registram-se diferenças significativas na taxa transpiratória das plantas dos eucaliptos, entre a localização das folhas. As folhas do terço superior das plantas apresentaram maior taxa de transpiração que as demais folhas, nos três níveis de água no solo. Verifica-se que a 26% de água no solo as folhas do terço inferior apresentaram menor taxa de transpiração. Isso pode ocorrer em virtude de as folhas inferiores dos eucaliptos serem mais velhas e ficarem mais sujeitas ao sombreamento por outras folhas da planta e pela *B. brizantha*, que se desenvolveu melhor. Linder et al. (1983) salientam que, em condições de déficit hídrico, o crescimento das folhas é reduzido, e a abscisão foliar aumenta. No en-

tanto, as interações entre a água e outros fatores são importantes na abertura e no fechamento dos estômatos, sendo determinadas pelo turgor das células-guardas e das células epidérmicas (Davis & Kozlowski, 1975), porque, segundo Turner (1986), as formas de defesa da planta contra a desidratação são o controle da transpiração e o desenvolvimento de mecanismos de ajuste osmótico.

A maioria das plantas apresentam as células epidérmicas cobertas de cutícula, que é praticamente impermeável à água. Quando a cutícula é espessa, as perdas de água dão-se quase que exclusivamente pelos estômatos; e quando estes estão fechados, diminui sensivelmente a transpiração (Ferri, 1985). Para Larcher (1986), a transpiração cuticular pode ser considerada como a difusão através de um meio hidrófilo, uma vez que as moléculas de água devem passar pela cutícula, que varia com as espécies, conforme o arranjo, a densidade e o número de camadas de cutina e de cera. Fahn (1990) salienta que as folhas mais jovens apresentam cutícula menos espessa. Conforme Salisbury & Ross (1992), cutículas menos espessas favorecem a transpiração, principalmente em folhas mais jovens. Segundo Reis & Hall (1986), *Eucalyptus camaldulensis* sob deficiência hídrica apresentaram os estômatos parcialmente fechados, reduzindo a um mínimo as perdas de água, que, nessas condições, ocorrem apenas por meio da cutícula.

**TABELA 2.** Valor médio da taxa transpiratória ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) das plantas de eucalipto (*E. citriodora* e *E. grandis*), em convivência com 0, 1, 2 e 3 plantas de *B. brizantha*/vaso, em resposta a 20%, 23% e 26% de água no solo, 70 dias após o transplante das mudas<sup>1</sup>.

Plantas de <i>B. brizantha</i> /vaso	Água no solo (%)		
	20	23	26
0	0,983Ba	1,363Aa	1,500Aa
1	0,817Bab	1,121Ab	0,929Ab
2	0,796Bb	0,992Abc	0,833ABb
3	0,750Ab	0,908Ac	0,779Ab

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

**TABELA 3.** Valor médio da taxa transpiratória ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) das plantas de eucalipto (*E. citriodora* e *E. grandis*), avaliadas em folhas do terço superior, mediano e inferior, em resposta a 20%, 23% e 26% de água no solo, 70 dias após o transplante das mudas<sup>1</sup>.

Posição das folhas na planta	Água no solo (%)		
	20	23	26
Terço superior	0,966Ba	1,484Aa	1,341Aa
Terço mediano	0,800Bb	0,928ABb	0,963Ab
Terço inferior	0,744ABb	0,875Ab	0,728Bc

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Observa-se que os maiores valores de  $E$  foram nas folhas do terço superior e mediano a 23% e 26% de água, e os menores valores ocorreram a 20% de água no solo (Tabela 3). No entanto, as folhas inferiores apresentaram maiores valores da taxa transpiratória na condição intermediária (23%) e sob estresse hídrico (20%), e menor taxa transpiratória das plantas dos eucaliptos em condições próximas à capacidade de campo (26%). Segundo Larcher (1986), folhas ao sol transpiram mais que as folhas à sombra. As folhas do terço superior dos eucaliptos estiveram mais expostas à luz e transpiraram mais que as folhas inferiores das plantas (folhas à sombra). Para Ferri (1985), em condições de bom suprimento de água no solo, a transpiração aumenta. Dessa forma, o processo de transpiração foi sensivelmente afetado em condições de solo com deficiência hídrica.

Em ausência de *B. brizantha*, a taxa de transpiração dos eucaliptos, independentemente de sua localização, apresentou valores superiores aos apresentados em presença de *B. brizantha* (Tabela 4). Distingue-se que, dentro da posição das folhas das duas espécies, a taxa transpiratória das folhas do terço superior apresentou maior valor, tanto em ausência quanto em presença de *B. brizantha*, em comparação às folhas dos terços mediano e inferior.

A taxa transpiratória das folhas do terço superior dos eucaliptos foi reduzida em presença de duas e três plantas de *B. brizantha* por vaso, o que indica que as plantas dessa espécie prejudicaram a taxa transpiratória das espécies de eucalipto, em virtude

**TABELA 4. Valor médio da taxa transpiratória ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) das plantas de eucalipto (*E. citriodora* e *E. grandis*), em convivência com 0, 1, 2 e 3 plantas de *B. brizantha*/vaso, avaliadas em folhas do terço superior, mediano e inferior, 70 dias após o transplante de mudas<sup>1</sup>.**

Plantas de <i>B. brizantha</i> /vaso	Posição das folhas na planta		
	Terço superior	Terço mediano	Terço inferior
0	1,758Aa	1,142Ba	0,946Ca
1	1,213Ab	0,842Bb	0,813Bab
2	1,067Abc	0,825Bb	0,729Bb
3	1,017Ac	0,779Bb	0,642Bb

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

da interferência da própria gramínea, principalmente pelo fator água. De acordo com Kozlowski et al. (1991), a competição tende a reduzir a extensão de profundidade e densidade de raízes, visto que seu crescimento, principalmente o das raízes laterais e dos pêlos, é muito sensível ao estresse.

## CONCLUSÕES

1. Independentemente do nível de água no solo, *Brachiaria brizantha* demonstra ser competitiva no crescimento inicial de *E. citriodora* ou *E. grandis*, pela redução da taxa transpiratória.

2. As folhas do terço superior das mudas de *E. citriodora* ou de *E. grandis* apresentam maior taxa transpiratória que as folhas dos terços mediano e inferior, independentemente da população de *B. brizantha* e do nível de água no solo.

## REFERÊNCIAS

- BARLOW, E.W.R. Water relations of the mature leaf. In: DALE, J.E.; MILTHORPE, F.L. (Eds.). **The growth and functioning of leaves**. Cambridge : University Press, 1983. p.315-345.
- CALDER, I.R.; HALL, R.L.; ADLARD, P.G. **Growth and water use of forest plantations**. Chichester : J. Wiley, 1992. 381p.
- CLARK, R.B. Characterization of phosphatase of intact maize roots. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.23, p.458-460, 1975.
- DAVIS, W.J.; KOZLOWSKI, T.T. Stomatal responses to changes in light intensity as influenced by plant water stress. **Forest Science**, Bethesda, v.21, n.2, p.129-133, 1975.
- DEFELIPO, B.V.; RIBEIRO, A.C. **Análise química do solo: metodologia**. Viçosa : UFV/Imprensa Universitária, 1981. 17p. (Boletim de Extensão, 29).
- DONALD, C.M. Competition among crop and pasture plants. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.15, p.1-117, 1963.
- EINHELLIG, F.A. Mechanisms and modes of action allelochemicals. In: PUTNAM, A.R.; TANG, C.S. (Eds.). **The science of allelopathy**. New York : J. Wiley, 1986. p.171-188.

- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual e métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979. Não paginado.
- FAHN, A. **Plant anatomy**. Oxford : Pergamon, 1990. 588p.
- FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo : EPU, 1985. 362p.
- HALL, A.E.; SCHULZE, E.D.; LANGE, O.L. Current perspectives of steady-state stomatal responses to environment. In: LANGE, O.L. (Ed.). **Water and plant life**. Berlin : Springer, 1976. p.169-188.
- JARVIS, P.G.; McNAUGHTON, K.G. Stomatal control of transpirations: scaling up from leaf to region. **Advances in Ecological Research**, San Diego, v.15, p.1-49, 1986.
- KOZLOWSKI, T.T.; KRAMER, P.J.; PALLARDY, S.G. **The physiological ecology of wood plants**. San Diego : Academic, 1991. 657p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo : EPU, 1986. 319p.
- LIMA, W.P. **Impacto ambiental do eucalipto**. São Paulo : Universidade de São Paulo, 1996. 301p.
- LINDER, S.; BENSON, M.L.; MYERS, B.J. Canopy dynamics and growth of *Pinus radiata*: effects of irrigation and fertilization during a drought. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.17, p.1157-1165, 1983.
- LUDLOW, M.M. Adaptive significance of stomatal responses to water stress. In: TURNER, N.C.; KRAMER, P.J. (Eds.). **Adaptation of plants to water and high temperature stress**. New York : J. Wiley, 1980. p.123-138.
- NOBEL, P.S. **Introduction to biophysical plant physiology**. San Francisco : W. H. Freeman, 1974. 488p.
- REIS, G.G.; HALL, A.E. Resposta de brotações de *Eucalyptus camaldulensis* Delm. submetidas a diferentes níveis de deficiência hídrica. **Revista Árvore**, Viçosa, v.10, n.1, p.16-26, 1986.
- RICHARDS, L.A. Methods of measuring soil moisture tension. **Soil Science**, Baltimore, v.15, p.95-112, 1949.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant physiology**. Belmont : Wadsworth, 1992. 682p.
- SILVA, W. **Interferência de *Brachiaria brizantha* sobre *Eucalyptus citriodora* e *E. grandis*, cultivados em solos com diferentes teores de água**. Viçosa : UFV, 1997. 89p. Tese de Doutorado.
- TENHUNEN, J.D.; PEARCY, R.W.; LARANCE, O.L. Diurnal variation in leaf conductance and gas exchange in natural environments. In: ZEIGER, E.; FARQUHAR, G.; COWAN, I. (Eds.). **Stomatal function**. Stanford : Stanford University Press, 1987. p.323-351.
- TURNER, N.C. Adaptation to water deficits: a changing perspective. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v.13, n.1, p.175-190, 1986.