

MORFOMETRIA E CONDUTÂNCIA ESTOMÁTICA EM MUDAS DE ESPÉCIES LENHOSAS EM FUNÇÃO DA FREQUÊNCIA DE IRRIGAÇÃO

Michelle Cristina Ajala¹; Micheli Angelica Horbach²; Deisinara Giane Schulz³; Ubirajara Contro Malavasi^{4*}; Marlene de Matos Malavasi⁵

SAP 15168 Data envio: 25/09/2016 Data do aceite: 24/05/2017
Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 16, n. 3, jul./set., p. 342-346, 2017

RESUMO - As respostas das plantas à redução da disponibilidade de água são complexas, pois afetam diversos processos do metabolismo vegetal. O experimento objetivou quantificar a morfometria e a condutância estomática em função da frequência de irrigação ao final da produção em mudas de pau-marfim e guajuvira. O experimento foi conduzido em casa de sombra com os tratamentos: irrigação diária por 30 dias, irrigação em dias alternados por 30 dias, irrigação em dias alternados por 15 dias e a cada quatro dias por 15 dias, e irrigação em dias alternados por sete dias e a cada quatro dias por 23 dias. Os resultados indicaram redução na condutância estomática com o aumento nos intervalos entre as irrigações diárias em mudas de pau-marfim e guajuvira, enquanto as modificações morfométricas não externaram sensibilidade aos tratamentos.

Palavras-chave: abertura estomática, déficit hídrico, espécies secundárias.

MORPHOMETRY AND STOMATAL CONDUCTANCE IN SEEDLINGS OF WOODY SPECIES AS A FUNCTION OF IRRIGATION FREQUENCY

ABSTRACT - Plant responses to reduced water availability are complex because they affect several processes of plant metabolism. The experiment aimed to quantify morphometry and stomatal conductance as a function of irrigation frequency at the end of production cycle of pau-marfim and guajuvira seedlings. The experiment was conducted in a shade house with the imposition of daily irrigation for 30 days, irrigation every other day for 30 days, irrigation every other day for 15 days and every four days for 15 days, and watering every other day for seven days and every four days for 23 days. The results indicated a decrease in stomatal conductance with an increase in the interval between daily irrigations in seedlings of pau-marfim and guajuvira while morphometric variables did not show sensitivity to the treatments.

Key words: stomatal opening, water deficit, secondary species.

INTRODUÇÃO

Modelos climáticos projetam um aumento na aridez global nesse século (DAI, 2011), com ondas de calor ocorrendo mais frequentemente e com maior intensidade (IPCC, 2014). O estudo de técnicas para a indução em mudas das espécies lenhosas aos estresses abióticos deve ser considerado para reduzir o impacto daquele cenário na implantação de povoamentos florestais.

O manejo da irrigação no viveiro induzindo um déficit hídrico moderado pode afetar positivamente a sobrevivência de mudas a campo (NASCIMENTO et al., 2011) através de alterações significativas na morfofisiologia das plantas terrestres considerada uma forma acessível e eficaz de rustificação de mudas (KRAMER; BOYLER, 1995).

Os estômatos regulam a assimilação de CO₂ e a perda de água pelas folhas (MORISON, 2001; CHAVES

et al., 2002; RICO et al., 2013) ajustando a abertura estomática para maximizar a fotossíntese, enquanto minimizam as consequências da perda excessiva de água (HÉROULT et al., 2013).

O grau de abertura dos estômatos determina a condutância estomática e a resistência que o CO₂ atmosférico encontra para se difundir às cavidades subestomáticas (JONES, 2014). No caso de déficit hídrico, existe uma correlação entre o potencial de água na folha, fotossíntese, transpiração e condutância estomática (MIYASHITA et al., 2005). Com a condutância estomática sendo afetada pelas condições de crescimento da planta, luminosidade e idade da folha (JONES, 2014).

Cordia americana L. (guajuvira) é uma espécie semi-caducifólia classificada como secundária inicial ou tardia de acordo com o estágio sucessional (LEITÃO FILHO, 1993). A guajuvira apresenta crescimento lento a

¹LAR Cooperativa Agroindustrial, Rua Argentina 1200, CEP 85892-000, Santa Helena, Paraná, Brasil. E-mail: michelleajala@hotmail.com

²Instituto Federal do Paraná, IFPR, 1ª Gleba do Loteamento da Cia Mate Laranjeira, Lote 69 A, CEP 85980-000, Guaíra, Paraná, Brasil. E-mail: michelihorbach@yahoo.com.br

³Instituto Federal do Paraná, IFPR, Av. Cívica 475, Centro Cívico, CEP 85935-000, Assis Chateaubriand, Paraná, Brasil. E-mail: deisinarags@gmail.com

⁴Dr., Professor da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Centro de Ciências Acadêmicas, Rua Pernambuco 1777, Centro, Caixa Postal 91, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil. E-mail: biramalavasi@yahoo.com.br. *Autor para correspondência

⁵Dra., Professora da UNIOESTE. E-mail: marlenemalavasi@yahoo.com.br

moderado sendo indicada para reflorestamento de matas ciliares e barrancos, por suportar inundações periódicas por possuir um vasto sistema radicial e a sua madeira é recomendada para construção civil, energia, celulose e papel (CARVALHO, 2003). *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler, popularmente conhecida como pau-marfim é uma espécie secundária tardia (CARVALHO, 2003). A lâmina de madeira de pau-marfim é muito valorizada devido à dificuldade de ser encontrada (ANGELI et al., 2005).

O ensaio objetivou quantificar as alterações morfológicas e a condutância estomática ao final do ciclo de produção em mudas de *B. riedelianum* e *C. americana* em função da frequência de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em casa de sombra (50%) com coordenadas de 24° 33' S e 54° 04' W, a uma altitude de 420 m, durante o segundo semestre de 2013.

O clima local é classificado como Cfa segundo Köppen (ALVARES et al., 2014) com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência à concentração de chuvas nos meses de verão. A estação seca não é definida, a precipitação média anual é de 1.500 mm, com umidade média anual de 80% e temperatura média anual de 21 °C, com máxima média de 28 °C e mínima média de 15 °C (CAVIGLIONE et al., 2000).

As mudas foram produzidas com sementes oriundas de no mínimo cinco árvores adultas de cada espécie localizadas na região. As mudas foram propagadas via semeadura direta de uma semente por recipiente em tubetes cônicos com 120 cm³ de volume, preenchidos com substrato comercial a base de casca de pinus e vermiculita.

Quando as mudas atingiram altura média de 20 cm foram submetidas a: irrigação diária por 30 dias (IC), considerado tratamento controle; irrigação em dias alternados por 30 dias (IA); irrigação em dias alternados por 15 dias seguido da irrigação a cada quatro dias por 15 dias (IAD); e irrigação em dias alternados por sete dias seguido da irrigação a cada quatro dias por 23 dias (IAU). A irrigação foi aplicada diariamente por aspersão entre 16 e 17 h até o escoamento de água pela abertura inferior dos tubetes.

Ao final do período de imposição dos tratamentos, as mudas foram quantificadas quanto aos incrementos em altura (H), diâmetro do coleto (DC), e anotado o número de folhas (NF). Adicionalmente, foram quantificadas a massa seca radicular (MSR), aérea (MSA), e calculada a massa seca total (MST) com secagem em estufa a 65 °C com circulação de ar até peso constante. O índice de qualidade (IQD) de acordo com Dickson et al. (1960) e a razão H/DC foram calculados.

A condutância estomática (gs) foi mensurada na face adaxial da primeira folha completamente desenvolvida de cada muda ao final do ensaio com o auxílio de um porômetro digital (Leaf Porometer, Decagon®).

O experimento foi conduzido seguindo um delineamento experimental de blocos casualizados com cinco repetições de cinco mudas para as variáveis H, DC, NF, H/DC, IQD e gs enquanto que as quantificações das variáveis MSR, MSA e MST foram realizadas destrutivamente em dez mudas por espécie e tratamento.

Os dados foram verificados quanto à pressuposição de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e quando pertinente as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Student a 5% de probabilidade com o software Sigmaplot.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na região oeste do Paraná, os principais entraves para o sucesso do estabelecimento de povoamentos florestais é a precipitação irregular, ocorrendo períodos de estiagem durante a janela de plantio (NERY et al., 2002). Portanto, a produção de mudas condicionadas a períodos de deficiência hídrica poderá aumentar o sucesso do plantio.

Os modelos CSIRO e CCSR/NEIS do IPCC para o século XXI simulam uma redução de chuvas de até 2 mm dia⁻¹ ao longo de todo o ano, e especialmente o CCSR/NEIS simula uma estação seca mais longa com um adiamento do início da estação chuvosa em até dois meses (MARENGO, 2007).

O ambiente propagativo durante a imposição dos tratamentos apresentou umidade relativa média do ar de 57,1%, e temperaturas mínima e máxima de 22,4 °C e de 37,0 °C, respectivamente (Figura 1).

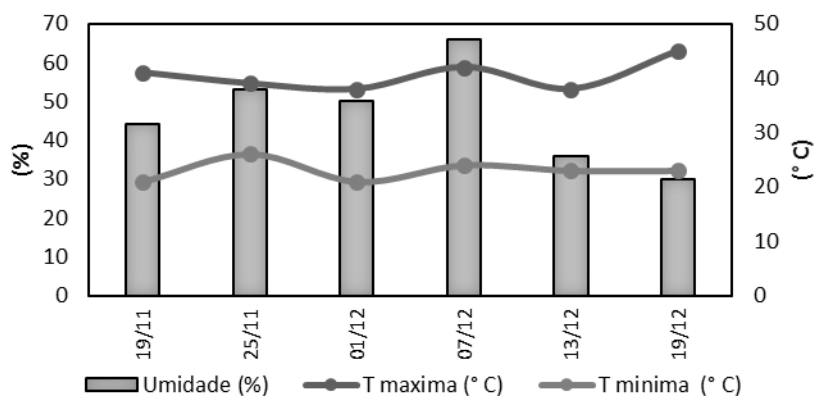


FIGURA 1 - Temperatura (°C) máxima, mínima e umidade relativa (%) na casa de sombra durante a condução dos ensaios. Marechal Cândido Rondon, PR, 2014.

Mudas de *C. americana* apresentaram redução ($p < 0,05$) nos valores da massa seca radicular (MSR) de 1,17 g para 0,78 g e massa seca total (MST) de 2,00 g para 1,61 g na comparação entre mudas do tratamento IC (controle) e do tratamento IAU. Em mudas de *B. riedelianum* não foram detectadas alterações ($p > 0,05$) morfométricas na massa seca das mudas submetidas às frequências de irrigação testadas.

O IQD não apresentou diferenças ($p > 0,05$) entre os tratamentos em mudas de *B. riedelianum*, enquanto que em mudas de *C. americana* o valor do IQD foi reduzido de 0,58 para 0,35 na comparação entre mudas do tratamento IC (controle) e do tratamento IAU. Em *Trema micrantha* (L.) Blume, IQD foi considerado um bom parâmetro para

indicar o padrão de qualidade de mudas (FONSECA et al., 2002). No entanto, a inexistência de valores de referência para as diferentes espécies arbóreas da flora nativa (FERRAZ; ENGEL, 2011) inviabiliza uma conclusão objetiva.

Mudas de *C. americana* e *B. riedelianum* não apresentaram diferenças ($p > 0,05$) quanto às variáveis altura (H) e diâmetro do coleto (DC) em função da frequência de irrigação (Tabela 1). Entretanto, em mudas de *C. americana* o número médio de folhas (NF) foi diminuindo com as frequências de irrigação de maior intervalo entre eventos, em comparação ao tratamento controle (Tabela 1).

TABELA 1. Incrementos em altura (IH), diâmetro do coleto (IDC), número médio de folhas (NF) e relação entre altura e diâmetro do coleto (H/DC) em mudas de *Cordia americana* e de *Balfourodendron riedelianum* em função da frequência de irrigação ao final do ciclo de produção. Marechal Cândido Rondon, PR, 2014.

Tratamento	<i>Cordia americana</i>				<i>Balfourodendron riedelianum</i>			
	IH (cm)	IDC (mm)	H/DC	NF	IH (cm)	IDC (mm)	H/DC	NF
IC	13,9	5,1	2,7	21,2	11,9	2,87	4,2	7,3
IA	14,5	5,0	2,9	19,0	12,5	2,76	4,6	6,2
IAD	12,5	4,4	2,9	8,1 ²	11,5	2,77	4,2	4,5
IAU	13,6	4,0	3,5 ¹	11,5 ³	12,3	2,81	4,6	5,4

Em que: ¹Significativo pelo teste t ($p < 0,001$). ²Significativo pelo teste t ($p = 0,002$). ³Significativo pelo teste t ($p = 0,0038$). IC: controle; IA: irrigação em dias alternados; IAD: irrigação em dias alternados por 15 dias, após cada quatro dias; IAU: irrigação em dias alternados por sete dias, após cada quatro dias.

A relação H/DC foi significativamente maior em mudas de *C. americana* submetidas ao tratamento IAU comparado às mudas controle. Entretanto, a relação H/DC por si só não indica a qualidade da muda, portanto, deve ser utilizada em conjunto com outras variáveis na determinação da melhor qualidade das mudas (FONSECA et al., 2002).

O valor da condutância estomática (gs) mensurada nas mudas foi afetada pelas frequências de irrigação. Em mudas de *C. americana*, detectou-se diferença ($p < 0,05$) em gs que foi reduzida de 308 (controle) para 117 ($p = 0,012$), 16 ($p < 0,001$) e 22 ($p < 0,001$) $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ quando submetidas aos tratamentos IA, IAD e IAU, respectivamente. As quantificações em mudas de *B. riedelianum* revelaram que a redução no valor de gs foi de 175 (controle) para 36 ($p = 0,023$) e 29 ($p = 0,012$) $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ quando submetidas aos tratamentos IAD e IAU, respectivamente.

Os maiores valores da condutância estomática resultaram dos tratamentos com irrigação diária (ID) e em dias alternados (IA), ou seja, aqueles que induziram menor déficit hídrico nas mudas das duas espécies. Respostas similares foram reportadas em mudas de *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson submetidas às menores frequências de irrigação (FERREIRA et al., 1999). O déficit hídrico também foi um fator limitante para a abertura estomática em *Eucalyptus* contribuindo para a queda na assimilação de carbono pela fotossíntese (OTTO et al., 2013).

Em clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* a condutância estomática mensurada sofreu variações entre os períodos úmido e seco com valores médios variando entre 410 e 220 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ em plantio irrigado e entre 380 e 240 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ no plantio não irrigado (CARNEIRO et al., 2008). Em *C. citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson os maiores valores de condutância estomática relatados ficaram no intervalo de 200 - 400 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (FERREIRA et al., 1999).

Sob déficit hídrico moderado existe redução da condutância estomática e uma queda rápida na taxa de transpiração do que na fotossíntese, o que indica a existência de mecanismos de aclimação que diminuem as perdas de água (OLIVEIRA et al., 2002). Assim, com a percepção do estresse hídrico, ocorre um aumento nos níveis de ácido abscísico e etileno nas folhas, que funcionam como moduladores do fechamento estomático e da abscisão foliar, respectivamente, possibilitando um maior controle da perda de água (PAIVA; OLIVEIRA, 2006).

Na determinação da condutância estomática em espécies vegetais de crescimento lento, o aumento na concentração de CO_2 e na intensidade luminosa foram os fatores mais considerados em comparação com aspectos da disponibilidade hídrica no solo (AASAMAA; SÖBER, 2011).

As respostas de vegetais terrestres lenhosos ao déficit hídrico variam entre espécie. Araujo et al. (2010) não reportaram diferenças em mudas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth em relação à alocação de matéria

seca foliar e radicular quando submetidas ao déficit hídrico, enquanto que mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan externaram maiores valores de massa seca caulinar em comparação às mudas controle.

Oro et al. (2016) concluíram que em mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong e *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub a irrigação diária por 15 dias seguida de irrigação a cada três dias durante 15 dias promoveu aumento na biomassa seca de tecidos radiculares. O déficit hídrico aumenta a biomassa do sistema radicular pois vegetais tendem a priorizar o crescimento radicular para explorar um maior volume de solo aumentando a absorção de água (GROSSNICKLE, 2012).

Analisando-se os efeitos da frequência de irrigação ao final do ciclo de produção observou-se que algumas das variáveis morfométricas em mudas de *C. americana* e *B. riedelianum* não sofreram alterações devido ao seu lento crescimento. Já em mudas de *Eucalyptus* spp. reconhecidamente de rápido crescimento, as variáveis morfométricas decresceram em resposta ao déficit hídrico (MARTINS et al., 2008).

CONCLUSÕES

As avaliações morfométricas em mudas de *C. americana* e *B. riedelianum* nas condições do experimento não foram sensíveis em externar alteração ao final do ciclo de produção em função das frequências de irrigação.

Mudas de *C. americana* e *B. riedelianum* reduziram os valores da condutância estomática com irrigações menos frequentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASAMAA, K.; SÖBER, A. Stomatal sensitivities to changes in leaf water potential, air humidity, CO₂ concentration and light intensity, and the effect of abscisic acid on the sensitivities in six temperate deciduous tree species. **Environmental and Experimental Botany**, v.71, p.72-78, 2011.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2014.
- ANGELI, A.; BARRICHELO, L.E.G.; MÜLLER, P.H. *Balfourodendron riedelianum* (Pau Marfim). Piracicaba: Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais – IPEF, 2005. Disponível em: <<http://www.ipef.br/identificacao/balfourodendron.riedelianum.asp>>.
- ARAUJO, R.S.L.; MOURA, A.R.; ROCHA, A.P.; CAETANO, S.M.C.O.; NOGUEIRA, R.J.M.C. Análise de crescimento em *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. (sabiá) e *Parapiptadenia rigida* Benth. (angico monjolo) submetidas ao estresse hídrico. In ANAIS DA X JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 2010, UFRPE, Recife, PE. **Anais...** Recife, PE, 2010. p.3.
- CARNEIRO, R.L.C.; RIBEIRO, A.; HUAMAN, C.A.M.; LEITE, F.P.; SEDIYAMA, G.C.; BASTOS, N.F. Consumo de água em plantios de eucalipto: parte 1 determinação da condutância estomática em tratamentos irrigado e não-irrigado. **Revista Árvore**, v.32, n.1, p.1-10, 2008.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. v.1. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003. 1039p.
- CAVIGLIONE, J.H.; KIHHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. CD-ROM.
- CHAVES, M.M.; PEREIRA, J.S.; MAROCO, J.; RODRIGUES, M.L.; RICARDO, C.P.P.; OSÓRIO, M.L.; CARVALHO, I.; FARIA, T.; PINHEIRO, C. How plants cope with water stress in the field? Photosynthesis and growth. **Annals of Botany**, v.89, n.7, p.907-916, 2002.
- DAI, A. Drought under global warming: a review. **WIREs Climate Change**, v.2, p.45-65, 2011.
- DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, n.36, p.10-13, 1960.
- FERRAZ, A.V.; ENGEL, V.L. Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysostricha* (Mart. ex DC.) Sandl.) e guarucaia (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan). **Revista Árvore**, v.35, n.3, p.413-423, 2011.
- FERREIRA, C.A.G.; DAVIDE, A.C.; CARVALHO, L.R. Relações hídricas em mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook. em tubetes aclimatadas por tratamentos hídricos. **Cerne**, v.5, n.2, p.95-104, 1999.
- FONSECA, É.P.; VALÉRI, S.V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N.A.N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v.26, n.4, p.515-523, 2002.
- GROSSNICKLE, S.C. Why seedlings survive: influence of plant attributes. **New Forests**, v.43, p.711-738, 2012.
- HÉROULT, A.; LIN, Y.-S.; BOURNE, A.; MEDLYN, B.E.; ELLSWORTH, D.S. Optimal stomatal conductance in relation to photosynthesis in climatically contrasting *Eucalyptus* species under drought. **Plant, Cell & Environment**, v.36, p.262-274, 2013.
- IPCC. **Climate change 2014**: synthesis report. Contribution of working groups I, II and III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 2014. 151p.
- JONES, H.G. **Plants and microclimate**: A quantitative approach to environmental plant physiology. 3.ed. United Kingdom: Cambridge University Press, 2014. 423p.
- KRAMER, P.J.; BOYLER, J.S. Evolution and agricultural water use. In: KRAMER, P.J.; BOYLER, J.S. **Water relations of plants and soils**. San Diego: Academic Press, 1995. p.377-405.
- LEITÃO FILHO, H.F. **Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão**. São Paulo: UNESP/UNICAMP, 1993. 184p.
- MARENGO, J.A. **Relatório 1**: Caracterização do clima no século XX e cenários no Brasil e na América Do Sul para o século XXI derivados dos modelos de clima do IPCC. Disponível em: <<http://www.inpe.br>>. Acesso em: 29 mai. 2017.
- MARTINS, F.B.; STRECK, N.A.; SILVA, J.C.; MORAIS, W.W.; SUSIN, F.; NAVROSKI, M.C.; VIVIAN, M.A. Deficiência hídrica no solo e seu efeito sobre transpiração, crescimento e desenvolvimento de duas espécies de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n.32, p.1297-1306, 2008.
- MIYASHITA, K.; TANAKAMARU, S.; MAITANI, T.; KIMURA, K. Recovery responses of photosynthesis, transpiration, and stomatal conductance in kidney bean following drought stress. **Environmental and Experimental Botany**, v.53, n.2, p.205-214, 2005.
- MORISON, J.I.L. Increasing atmospheric CO₂ and stomata. **New Phytologist**, v.149, p.154-156, 2001.
- NASCIMENTO, H.H.C.; NOGUEIRA, R.J.M.C.; SILVA, E.C.; SILVA, M.A. Análise do crescimento de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes níveis de água no solo. **Revista Árvore**, v.35, n.3, p.617-626, 2011.
- NERY, J.T.; MARTINS, M.L.O.F.; SANT'ANA, J.L.N. Variabilidade da precipitação no Brasil Meridional. **Acta Scientiarum**, v.24, n.6, p.1687-1695, 2002.
- OLIVEIRA, M.A.J.; BOVI, M.L.A.; MACHADO, E.C.; GOMES, M.M.A.; HABERMANN, G.; RODRIGUES, J.D. Fotossíntese, condutância estomática e transpiração em pupunheira sob deficiência hídrica. **Scientia Agricola**, v.59, n.1, p.59-63, 2002.
- ORO, P.; DRANSKI, J.A.L.; MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M. Frequência da irrigação ao final da produção em mudas de espécies lenhosas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.15, n.2, p.94-102, 2016.
- OTTO, M.S.G.; VERGANI, A.R.; GONÇALVES, N.A.; VRECHI, A.; SILVA, R.S.; STAPE, J.S. Fotossíntese, condutância estomática e produtividade de clones de *Eucalyptus* sob diferentes condições edafoclimáticas. **Revista Árvore**, v.36, p.431-439, 2013.
- PAIVA, R.; OLIVEIRA, L.M. **Fisiologia e produção vegetal**. Lavras: Editora UFLA, 2006. 104p.

Morfometria e condutância estomática...

AJALA, M. C. et al. (2017)

RICO, C.; PITTERMANN, J.; POLLEY, H.W.; ASPINWALL, M.J.;
FAY, P.A. The effect of sub ambient to elevated atmospheric CO₂
concentration on vascular function in *Helianthus annuus*:
implications for plant response to climate change. **New Phytologist**,
v.199, p.956-965, 2013.