

EFEITO DE ANTITRANSPIRANTE NA CONDUTÂNCIA ESTOMÁTICA EM MUDAS DE *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud

Danielle Acco Cadornin^{1*}; João Alexandre Lopes Dranski²; Ubirajara Contro Malavasi³

SAP 10769 Data envio: 30/09/2014 Data do aceite: 15/12/2014

Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 15, n. 2, abr./jun., p. 115-120, 2016

RESUMO - A utilização de antitranspirantes ao final do ciclo de produção pode ser uma forma de indução à maior resistência das mudas à deficiência hídrica após o plantio. Este ensaio avaliou o efeito de doses de antitranspirante na condutância estomática em mudas de *Cordia trichotoma* submetidas à restrição hídrica. As mudas foram submetidas ao tratamento controle (pulverizadas somente com água) ou pulverizadas com 1,5% e 3,0% de antitranspirante diluído em água. O ensaio foi conduzido em blocos casualizados com dez repetições de duas mudas. Os parâmetros avaliados incluíram a condutância estomática até o 12º dia após restrição hídrica e o teor relativo de água na folha (TRA). As mudas tratadas com antitranspirante apresentaram menor condutância estomática, o que condiz com os efeitos esperados em função da aplicação do produto, uma vez que o mesmo forma uma película na superfície foliar que induz ao fechamento dos estômatos. Não houve diferença significativa na quantificação do TRA. O comportamento da condutância estomática ao longo do tempo se deu de forma quadrática, estando correlacionado com temperatura e umidade do ar. A pulverização foliar com o antitranspirante Humigel® na dose de 1,5% em mudas de *C. trichotoma* resultou na menor perda de água, através da redução na condutância estomática.

Palavras-chave: louro pardo, restrição hídrica, transpiração.

ANTITRANSPIRANT EFFECT ON THE STOMATAL CONDUCTANCE IN *Cordia trichotoma* (Vell.) Ahab. ex Steud SEEDLINGS

ABSTRACT - The use of antitranspirants in the nursery may induce greater seedling resistance to water stress after planting. This essay evaluated the effect of antitranspirant doses on stomatal conductance in seedlings of *Cordia trichotoma* subjected to water stress. Seedlings received the control treatment which consisted of water pulverization and doses of 1.5% and 3.0% of antitranspirant diluted in water. The essay was conducted in randomized blocks with ten repetitions of two saplings each. Measurements included stomatal conductance until the 12 day after induced water stress and leaf water content (LWC). Seedlings that received antitranspirant presented the lesser stomatal conductance, which is in accordance with the application of antitranspirants because of film formed on the leaf surface which induces stomata closure. There was no statistical difference in LWC due to the treatments. The stomatal conductance behavior showed a quadratic form through time being well correlated with air temperature and moisture. The use of 1.5% of antitranspirant in seedlings of *C. trichotoma* resulted in lower water loss through reduction in stomatal conductance than control seedlings.

Key words: louro-pardo, water restriction, transpiration.

INTRODUÇÃO

Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud, popularmente conhecida como louro-pardo, é uma espécie lenhosa pioneira nativa encontrada principalmente na Floresta Estacional Decidual com 20 a 30 m de altura e 40 a 60 cm de diâmetro (LORENZI, 2002). A espécie apresenta potencial para reflorestamento, possui crescimento rápido, produz frutos em abundância, e produz madeira considerada nobre para diversos fins (BRACK; GRINGS, 2011).

Na implantação de povoamentos florestais as mudas são afetadas por várias formas e intensidades de estresses principalmente nas primeiras semanas após o plantio. Entre aqueles, destaca-se o baixo teor de água no

solo, visto que nem sempre é possível executar o plantio em períodos chuvosos (PAIVA; GOMES, 2002).

O plantio das mudas é momento crítico, pois a planta necessita criar conexão no contínuo substrato-solo assegurando a obtenção de nutrientes e água do ambiente, pois o uso de recipientes na produção de mudas lenhosas impõe volume reduzido de substrato a ser explorado pelo sistema radicular. Neste período, a disponibilidade de água para a muda está restrita àquela armazenada no volume do substrato, caso exista falta de precipitação no pós-plantio (CLOSE et al., 2005; GROSSNICKLE, 2012). Portanto, tecnologias que auxiliam na manutenção do conteúdo de água no substrato devem ser investigadas.

¹Engenheira Agrônoma, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Rua Pernambuco 1777, Caixa Postal 91, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil. E-mail: danikadorin@hotmail.com. *Autor para correspondência

²Biólogo, Pós-Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, UNIOESTE. E-mail: joaodranski@yahoo.com.br

³Engenheiro Florestal, Dr., Professor Associado da UNIOESTE. E-mail: birmalavasi@yahoo.com.br

Como a cutícula das folhas é quase impermeável à água, a maior parte da transpiração foliar resulta da difusão de vapor de água através dos poros estomáticos (TAIZ; ZEIGER, 2009). A abertura estomática é também a principal via pela qual há troca de CO₂ da atmosfera para as folhas. Desta forma, a abertura dos estômatos é controlada por mecanismos complexos a fim de manter um equilíbrio entre a absorção de CO₂ e o controle da perda de vapor de água (TAIZ; ZEIGER, 2009).

A condutância estomática foliar pode ser entendida como a taxa de passagem de vapor de água pelos estômatos das folhas, sendo frequentemente utilizada como indicadora de deficiência hídrica (McDERMIT, 1990).

A transpiração é geralmente reduzida com a aplicação de produtos conhecidos como antitranspirantes, geralmente na forma de emulsões e ceras que fecham os estômatos por formarem película fina na superfície foliar. Apesar de reduzirem a perda de água, é provável que os antitranspirantes afetem negativamente a fotossíntese, pois prejudicam as trocas gasosas. Dessa forma, a utilização de antitranspirante no viveiro pode ser uma forma de indução de tolerância das mudas às deficiências hídricas do solo no momento do plantio a campo (SHANAN; SHALABY, 2011).

Este ensaio objetivou avaliar o efeito de doses de antitranspirante (Humigel®) na condutância estomática em mudas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud submetidas a restrição hídrica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido não climatizado em Marechal Cândido Rondon, PR, durante 2014.

O clima da região, segundo Koppen, é caracterizado como o tipo Cfa, subtropical, com temperatura média no mês mais frio inferior a 18 °C e temperatura média no mês mais quente acima de 22 °C, com geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida. A precipitação pluviométrica anual é em torno de 1.600 a 1.800 mm (CAVIGLIONE et al., 2000).

O experimento seguiu o delineamento em blocos casualizados com dez repetições de duas mudas. Na avaliação da condutância estomática, os dados foram analisados em esquema de parcelas subdivididas, compreendendo três doses de antitranspirante na parcela e cinco períodos de tempo avaliativos na subparcela.

Mudas de *C. trichotoma* foram propagadas em tubetes de 120 cm³ preenchidos com mistura de substrato comercial a base de casca de pinus e solo local na proporção de 4:1 (v.v.) com incorporação de fertilizante de liberação controlada (18N – 5P – 9K) na proporção de 50 g para 25 kg de substrato e acomodados em suportes plásticos com capacidade de 96 tubetes.

Quando as mudas atingiram altura média de 20 cm receberam solução nutritiva balanceada conforme formulação proposta por Hoagland e Arnon (1950) e posteriormente foram submetidas à rustificação, por meio

do manejo do turno de regas que ocorreram a cada três dias, durante vinte dias.

Ao final daquele período, as mudas foram pulverizadas com antitranspirante Humigel® nas doses de 0% (somente água) 1,5% e 3,0% diluídas em água com o auxílio de um pulverizador costal manual até o ponto de escorrimento foliar.

Após a pulverização, as mudas foram transplantadas em vasos de 3,4 dm³ preenchidos com solo local peneirado previamente hidratado à capacidade de campo. No solo peneirado foi incorporado fertilizante de liberação controlada (Osmocote®) na formulação 14N-14P-14K na dose de 3,0 kg m⁻³ de solo. As mudas não foram irrigadas até o fim do ensaio.

No 2º, 3º, 5º, 6º e 12º dias após a aplicação dos tratamentos, a condutância estomática foi mensurada com porômetro digital (SC-1 LeafPorometer, Decagon®). As medições foram realizadas na face adaxial de folhas expandidas, sempre às 9:00 horas com os resultados expressos em mmol m⁻² s⁻¹.

Durante as mensurações foram obtidos os valores de umidade relativa e temperatura do ar com o auxílio de um termo higrômetro digital. De posse daqueles valores, calculou-se o déficit de pressão de vapor (DPV) segundo metodologia adotada por Landsberg (1986). Adicionalmente, estimou-se a densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) com base nos valores de lux obtidos com um luxímetro digital (LDR-208, Instrutherm®) segundo o proposto por Thimijan e Royal (1982).

Ao final do ensaio foi determinado o teor relativo de água na folha (TRA) através de adaptação da metodologia proposta por Barr e Weatherley (1962). Para tanto, foram retirados dez discos foliares de 0,39 cm² dos terços médio e basal das folhas de cada repetição, que consistiu em um vaso com duas mudas, os quais foram pesados e colocados por 5 h para saturar em caixa do tipo gerbox com água destilada. Em seguida, os discos foliares foram novamente pesados e colocados para secar a temperatura de 80 °C por 24 h para obtenção do peso de matéria seca. O valor do TRA foi calculado conforme a Equação 1, a seguir:

$$TRA = \frac{\text{massa fresca} - \text{massa seca}}{\text{massa túrgida} - \text{massa seca}} \times 100$$

Os dados foram averiguados quanto a normalidade de distribuição dos resíduos pelo teste de Lilliefors, e quanto a normalidade da variância pelo teste de Cochran e Bartlett. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise da variância com auxílio do software estatístico SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2008). Quando da existência de diferenças estatisticamente significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey e por regressão a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros avaliados apresentaram distribuição normal dos resíduos e homogeneidade das variâncias pelos testes de Lilliefors e Cochran e Bartlett, respectivamente, ao nível de 5% de significância. A

Efeito de antitranspirante na condutância estomática...

CADORIN, D. A. et al. (2016)

análise de variância indicou significância apenas para os efeitos isolados, não havendo interação entre as

formulações e o período de tempo (Tabela 1).

TABELA 1. Resumo da análise de variância para os resultados da condutância estomática e teor relativo de água nas folhas (TRA) em mudas de *Cordia trichotoma* submetidas a doses de antitranspirante.

Causas de variação	G.L.	Condutância estomática		TRA	
		Q.M.	Fcalc.	Q.M.	Fcalc.
Bloco	9	2262,3	3,38**	307,7	1,25 ^{ns}
Tratamento (Trat)	2	3292,5	4,91**	104,3	0,42 ^{ns}
Resíduo A	18	670,1		246,5	
Período de tempo (Temp)	4	4516,2	14,50**		
Trat x Temp	8	342,7	1,10 ^{ns}		
Resíduo B	108	311,6			

** e ^{ns}: significativo a 1% ou não significativo pelo teste F, respectivamente. Em que: G.L.: graus de liberdade; Q.M.: quadrado médio; Fcalc.: valor calculado pelo teste F.

A condutância estomática em mudas tratadas com antitranspirante diferiu do tratamento controle, mas independente ($p > 0,05$) das diferentes doses (Tabela 2). A menor condutância estomática nos tratamentos com doses de 1,5% e 3% condiz com os efeitos esperados em função da aplicação do antitranspirante, uma vez que o produto forma película na superfície foliar, que induz ao fechamento dos estômatos (RUBIO; DEL AMOR, 2009).

O uso do antitranspirante provavelmente culminou na obstrução parcial dos estômatos nas folhas das mudas, proporcionando redução da condutância estomática independentemente do período de tempo (Tabela 2) que, por sua vez, implica em redução na transpiração (TAIZ; ZEIGER, 2009).

TABELA 2. Resultado médio da condutância estomática durante 12 dias de restrição hídrica em mudas de *C. trichotoma* submetidas a doses de antitranspirante.

Tratamentos	Condutância estomática ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
Controle	60,38 a*
1,5%	45,18 b
3,0%	47,58 b
CV (%)	13,86

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Ao fechar os estômatos, as plantas perdem menos água na forma de vapor para o ambiente. Os estômatos possuem alta capacidade difusiva, o que permite trocas gasosas entre espaços intrafoliares e a atmosfera. Dessa forma, as plantas não conseguem diminuir a perda de água por fechamento estomático sem, contudo, limitarem a entrada de dióxido de carbono na folha. Assim, o fato do fechamento estomático diminuir as trocas gasosas, pode afetar diretamente a taxa fotossintética e conseqüentemente o crescimento das mudas (TAIZ; ZEIGER, 2009; KERBAUY, 2004; SUTCLIFFE, 1986).

Apesar do possível efeito no crescimento, a redução na condutância estomática e conseqüentemente da transpiração foliar pode ser uma alternativa que favoreça a sobrevivência e o estabelecimento das mudas nos

primeiros dias após o plantio, principalmente sob condições de estresse hídrico.

Resultados semelhantes foram encontrados por Del Amor et al. (2010) ao estudarem o comportamento de mudas de *Capsicum annuum* L. em relação a aplicação de antitranspirante em duas intensidades de restrição hídrica (4 e 8 dias). Os mesmos autores encontraram menores valores de condutância estomática para mudas tratadas com antitranspirante quando submetidas à restrição hídrica de quatro dias, não havendo diferença quando as mudas foram submetidas a oito dias de restrição hídrica.

Shanan e Shalaby (2011) testaram a aplicação de diferentes concentrações (2%, 4%, 6% e 8%) de antitranspirante no prolongamento de vida de vaso de *Monstera deliciosa* Liebm. cortadas e a estenderam significativamente em qualquer concentração, em relação

ao tratamento controle, sem a aplicação do antitranspirante. A maior vida de vaso ocorreu em função da menor taxa de perda de água e de peso das folhas tratadas com o produto.

Apesar da menor condutância estomática nos tratamentos que receberam antitranspirante, o teor relativo de água na folha não demonstrou diferença significativa (Tabela 1). Este fato pode resultar da avaliação ter ocorrido apenas 14 dias após a submissão das mudas à restrição hídrica, sendo que neste momento as folhas já estavam desidratadas, e provavelmente não expressaram os efeitos dos tratamentos. Contudo, as médias obtidas aos 14 dias foram de 45,6%, 53,4% e 50,7% para controle, e para a pulverização com antitranspirante nas diluições de 1,5% e 3%, respectivamente.

Del Amor et al. (2010) reportaram que apesar de encontrarem diferenças na condutância estomática em mudas de *Capsicum annuum* L. tratadas com antitranspirante também não obtiveram diferença no TRA em função da aplicação do produto. Lee e Kozlowski (1974) submeteram mudas de *Pinus resinosa* Ait. a diferentes concentrações de silicone e encontraram maior TRA em plantas tratadas com 5% de antitranspirante em

relação as não tratadas 10 dias após início da restrição hídrica.

A resposta da condutância estomática em função do tempo ocorreu de forma quadrática (Figura 1). Conforme Sutcliffe (1980), independentemente da luz, os fatores mais importantes que exercem influência na turgidez das células-guarda, e conseqüentemente na abertura estomática, são a concentração de CO₂, a temperatura do ar e o suprimento de água. Como resultado da interação desses fatores, ocorrem vários padrões diurnos de comportamento estomático. Assim, o comportamento de forma quadrática da condutância estomática durante os doze dias de avaliação pode estar relacionado com as oscilações climáticas decorridas nesse tempo (Figura 2).

Como existe correlação negativa entre condutância estomática e temperatura do ar e correlação positiva entre condutância estomática e umidade relativa do ar (Tabela 3), provavelmente a resposta quadrática se atribui à diminuição da temperatura e variações na umidade do ar no decorrer dos dias após a restrição hídrica (Figura 2).

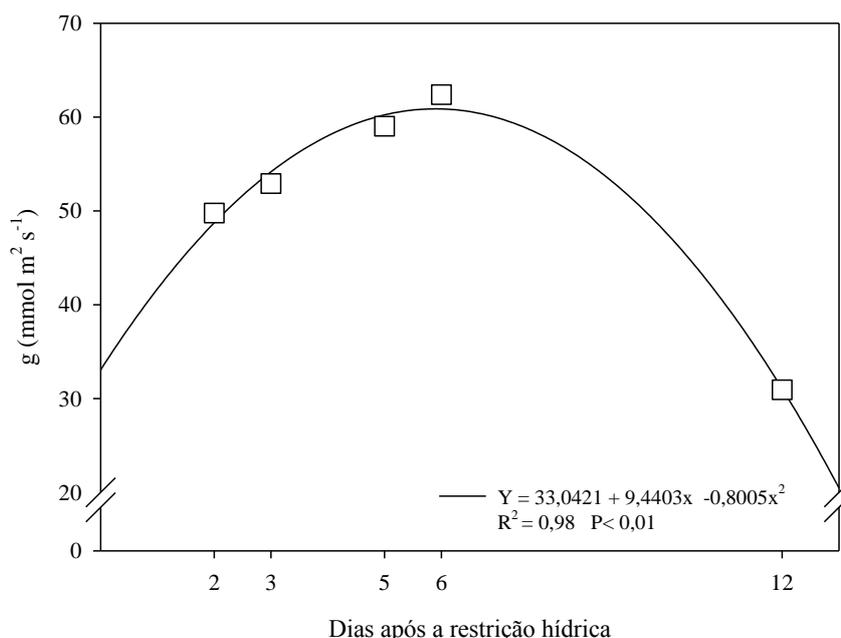


FIGURA 1 - Condutância estomática em mudas de *Cordia trichotoma* em função de dias após restrição hídrica.

TABELA 3. Coeficiente de correlação simples entre condutância estomática e parâmetros agroclimáticos na casa de sombra em função do período de tempo sob restrição hídrica.

Período de tempo (dias)	DFFFA	TEMP	UR	DPV
2	-0,15 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,07 ^{ns}
3	-0,30 ^{ns}	-0,36 [*]	0,41 [*]	0,22 ^{ns}
5	-0,34 [*]	-0,44 ^{**}	0,49 ^{**}	-0,11 ^{ns}
6	-0,34 [*]	-0,44 ^{**}	0,49 ^{**}	-0,11 ^{ns}
12	0,15 ^{ns}	-0,45 ^{**}	0,47 ^{**}	0,44 ^{**}

^{*}, ^{**} e ^{ns} significativo a 5%, a 1% ou não significativo pelo teste t, respectivamente. Em que: DFFFA: densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos; TEMP: temperatura do ar; UR: umidade relativa; DPV: déficit de pressão de vapor.

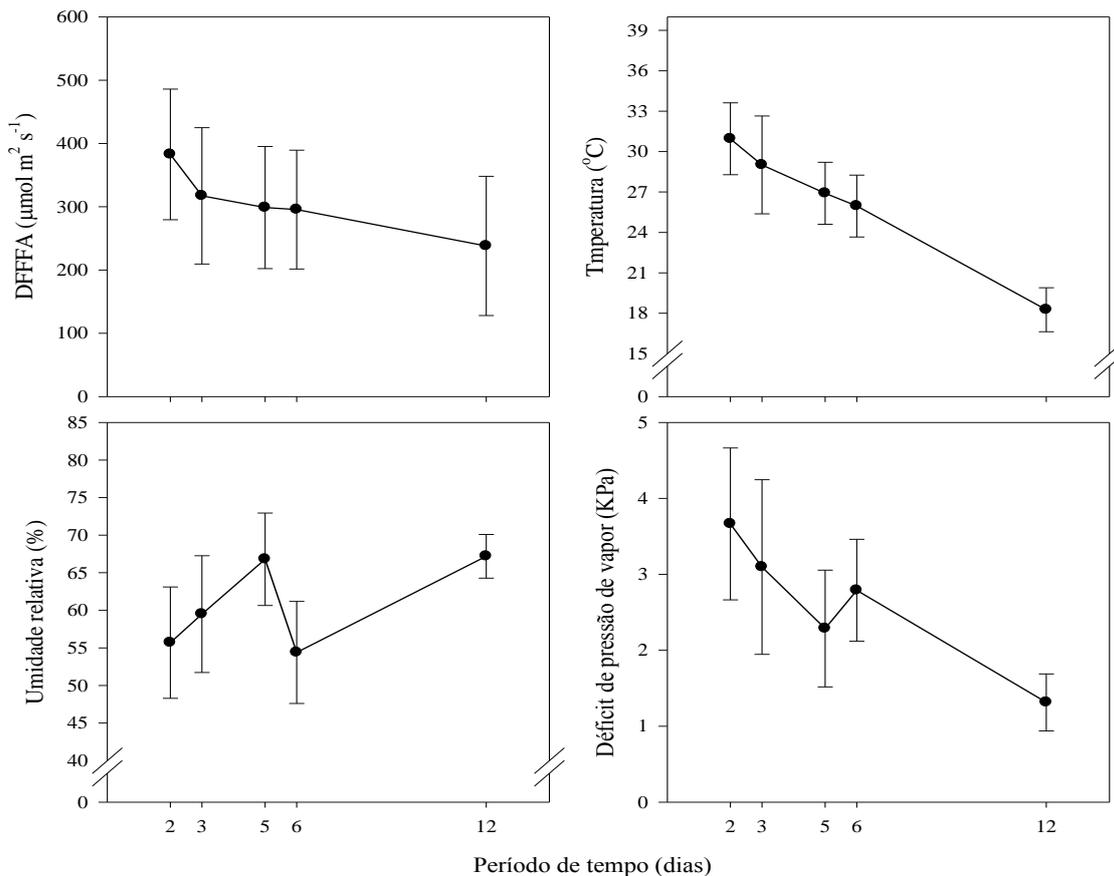


FIGURA 2 - Parâmetros climáticos do ambiente propagativo em função do período de tempo (dias após restrição hídrica).

A partir do momento em que a restrição hídrica se torna muito severa e, portanto, limitante para a abertura estomática, há redução na condutância mesmo com a redução da temperatura.

Segundo Sutcliffe (1980), temperaturas acima de 25 °C podem causar o fechamento de estômatos em diferentes espécies, e provavelmente é o motivo pelo qual os estômatos se fecham ao meio dia. Para aquele autor, quando a planta está perdendo mais água na transpiração do que é capaz de absorver, o fechamento estomático independe de luz, temperatura ou concentração de CO₂.

Tendo em vista que os resultados obtidos indicaram redução na condutância estomática com a aplicação do antitranspirante (Tabela 2), pode-se inferir que as plantas estejam perdendo menos água para o ambiente. Contudo, pode-se inferir também que a atividade fotossintética tenha sido reduzida, já que existem demandas competitivas entre absorção de CO₂ da atmosfera e limitação de perda de água pelos estômatos (TAIZ; ZEIGER, 2009). Apesar de provavelmente acarretar em diminuição da atividade fotossintética, a redução na condutância estomática pode ser interessante no momento do plantio das mudas a campo, tendo em vista que a limitação da perda de água aumentaria a possibilidade de sobrevivência pós plantio, indicando que a utilização do antitranspirante pode ser uma alternativa de manejo no viveiro.

Aparentemente, a perda de água na forma de vapor parece ser extremamente prejudicial aos vegetais, podendo causar desidratação e consequentemente a morte. Porém, a transpiração é necessária, por propiciar o transporte ascendente de nutrientes e compostos orgânicos, evitar o aquecimento foliar através da dissipação de calor latente e possibilitar a absorção de CO₂ (LIMA et al., 2014).

Os resultados obtidos neste ensaio resultaram na redução de até 23% nos valores da condutância estomática, sem, contudo, interromper totalmente a perda de água na forma de vapor.

Sugere-se que estudos com a aplicação de antitranspirantes sejam dirigidos em condições de campo e de saturação hídrica, tendo em vista que a restrição à difusão de vapor de água é influenciada pela capacidade de absorção e dessorção de água por parte destes produtos, resultando em obstrução total do poro estomático, e consequentemente, na dissipação de excesso de água pela folha.

CONCLUSÕES

A pulverização foliar com antitranspirante Humigel® na dose 1,5% em mudas de *Cordia trichotoma* possibilita menor perda de água, através da redução na condutância estomática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARR, H.D.; WEATHERLEY, P.E. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficit in leaves. **Australian Journal of Biological Sciences**, v.15, p.413-428, 1962.
- BRACK, P.; GRINGS, M. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro - Região Sul**. Brasília: MMA, 2011. 936p.
- CAVIGLIONE, J.H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR; 2000. CD-ROM.
- CLOSE, D.C.; BEDLE, C.L.; BROWN, P.H. The physiological basis of containerised tree seedling 'transplant shock': a review. **Australian Forestry**, Crows Nest, v.68, n.2, p.112-120, 2005.
- DEL AMOR, M.F.; CRESPO, C.V.; WALKER, D.; CÁMARA, F.J.; MADRID, R. Effect of foliar application of antitranspirant on photosynthesis and water relations of pepper plants under different levels of CO₂ and water stress. **Journal of Plant Physiology**, v.167, p.1232-1238, 2010.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: um programa para análise de ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, Lavras, v.6, p.36-41, 2008.
- GROSSNICKLE, S.C. Why seedlings survive: influence of plant attributes. **New Forests**, v.43, n.5-6, p.711-738, 2012.
- HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.L. **The water culture methods for growing plants without soil**. Berkeley: California Agriculture Experiment Station, 1950. 32p.
- KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.
- LANDSBERG, J.J. **Physiological ecology of forest production**. London: Academic Press, 1986. 198p.
- LEE, T.T.; KOZLOWSKI, T. Effects of silicone antitranspirant on woody plants. **Plant and Soil**, v.40, p.493-510, 1974.
- LIMA, P.R.; HORBACH, M.A.; DRANSKI, J.A.L.; ECCO, M.; MALAVASI, M.M.; MALAVASI, U.C. Avaliação morfofisiológica em mudas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos durante a rustificação. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.21, n.3, p.316-326, 2014.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. v.1, 384p.
- McDERMITT, D.K. Sources of error in the estimation of stomatal conductance and transpiration from porometer data. **HortScience**, Alexandria, v.25, n.12, p.1538-1548, 1990.
- PAIVA, N.H.; GOMES, M.J. **Viveiros Florestais**. Viçosa: UFV, 2002. 116p.
- RUBIO, S.J.; DEL AMOR, M.F. Effects of antitranspirant spray and potassium: calcium: magnesium ratio on photosynthesis, nutrient and water uptake, growth, and yield of sweet pepper. **Journal of Plant Nutrition**, v.32, p.97-111, 2009.
- SHANAN, T.N.; SHALABY, A.B. Influence of some chemical compounds as antitranspirant agents on vase life of *Monstera deliciosa* leaves. **Journal of Agricultural Research**, v.6, n.1, p.132-139, 2011.
- SUTCLIFFE, F.J. **As plantas e a água**. São Paulo: EPU, 1980. 126p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.
- THIMIYAN, R.W.; ROYAL, D.H. Photometric and quantum light units of measure: a review of procedures for interconversion. **HortScience**, Alexandria, v.18, p.818-822, 1982.