

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor ,
o texto completo desta dissertação
será disponibilizado somente a partir
de 19/07/2020.

MARIA VITORIA BARROS SIFUENTES

ESTRESSE HÍDRICO EM MUDAS DE *Astronium graveolens* Jacq.

Botucatu

2018

MARIA VITORIA BARROS SIFUENTES

ESTRESSE HÍDRICO EM MUDAS DE *Astronium graveolens* Jacq.

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestra no Programa de Pós Graduação em Ciência Florestal

Orientadora: Magali Ribeiro da Silva

Botucatu

2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMEN-
TO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP
- FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S574e Sifuentes, Maria Vitoria Barros, 1988-
Estresse hídrico em mudas de *Astronium graveolens*
Jacq. / Maria Vitoria Barros Sifuentes. - Botucatu:
[s.n.], 2018
67 p.: il., color., grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Pau-
lista Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2018
Orientador: Magali Ribeiro da Silva
Inclui bibliografia

1. Viveiros florestais. 2. Aclimação (Plantas). 3.
Estresse hídrico. I. Silva, Magali Ribeiro da. II. Uni-
versidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
(Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas.
III. Título.

Ficha elaborada por : Maria Lúcia Martins Frederico - CRB-8:5255
"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

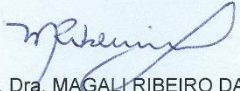
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

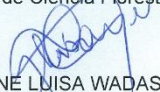
TÍTULO: ESTRESSE HÍDRICO EM MUDAS DE *Astronium graveolens* Jacq.

AUTORA: MARIA VITORIA BARROS SIFUENTES

ORIENTADORA: MAGALI RIBEIRO DA SILVA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em CIÊNCIA FLORESTAL, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dra. MAGALI RIBEIRO DA SILVA
Departamento de Ciência Florestal / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu - UNESP


Prof. Dra. JANE LUISA WADAS LOPES
Consultora / Agudos - SP


Prof. Dra. GISELA FERREIRA
Depto de Botânica / UNESP- Instituto de Biociências de Botucatu

Botucatu, 19 de janeiro de 2018.

Aos meus amados pais,

Rubens e Auxiliadora,

dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte maior de amor, solidariedade e esperança nesse mundo, infelizmente, cada vez mais, individual.

À minha família, especialmente aos meus pais, Rubens e Maria Auxiliadora, meu irmão Felipe e minha irmã Verônica pelo incondicional incentivo, paciência e carinho. À minha tia Luzia Barros pelo apoio na jornada acadêmica.

À Professora Doutora Magali Ribeiro da Silva, minha orientadora a quem guardo grande admiração, por ter me conduzido e acompanhado, da melhor maneira possível, não só nesta pesquisa, mas desde o momento em que começamos esta parceria no início de 2013 durante a graduação.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas - FCA e ao Instituto de Biociências - IBB da Unesp de Botucatu.

Aos funcionários e docentes do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da Unesp de Botucatu e aos docentes Gisela Ferreira, Luiz Fernando Rolim de Almeida, Carmen Silvia Fernandes Boaro e Fernando Broetto por todo apoio e parceria, sem os quais a realização deste projeto de pesquisa não seria possível.

Aos funcionários e docentes do Departamento de Ciência Florestal e aos funcionários do viveiro do DCF.

Ao viveiro florestal Camará, representado por Carlos Nogueira Souza Junior, pela parceria no início da pesquisa.

Aos meus amigos Giovanna Serra, Débora, Ricardo, Felipe, Luís Paulo e Thais e Camila por todo apoio ao longo do caminho e da realização desta pesquisa.

A todos que, de alguma forma, auxiliaram na viabilização e realização deste projeto.

A CAPES, pela concessão da bolsa.

RESUMO

As práticas silviculturais de manejo em viveiros florestais têm grande influência na qualidade e sobrevivência das mudas depois de plantadas em campo e estão também diretamente relacionadas com atributos de crescimento e fisiológicos das plantas jovens. A etapa de produção que tem por objetivo aclimatar as mudas e torná-las aptas ao plantio e mais resistentes às adversidades ambientais é denominada rustificação, sendo aplicada na última fase de produção de mudas. Nesse sentido os objetivos deste trabalho foram: verificar de que forma o manejo hídrico aplicado à muda na fase de rustificação afeta as variáveis de crescimento e fisiológicas das mudas de *Astronium graveolens* Jacq. e, como este manejo afeta a sobrevivência e desenvolvimento inicial das mudas em condições de vaso (simulação de condições de campo). O delineamento experimental adotado foi inteiramente ao acaso com 4 tratamentos aplicados durante 50 dias: T1, T2 e T3 - mudas irrigadas quando o substrato atingia uma tensão de retenção de água de -10 KPa, -100 KPa e -1500 KPa, respectivamente; T4- mudas permanentemente na irrigação. Cada tratamento foi composto por 5 repetições (5 bandejas com 25 plantas). Foram avaliados: atributos morfológicos (altura, diâmetro do colo, massas secas de raiz, caule e folha e área foliar; fisiológicos (trocas gasosas, potencial hídrico foliar e conteúdo relativo de água). Depois as mudas foram mantidas em vaso por 130 dias. Os dados foram submetidos a ANOVA simples e de dois fatores. As massas secas de raiz e total diminuíram com o aumento do nível de estresse. As análises de trocas gasosas e de potencial hídrico mostraram a formação de dois grupos ecofisiológicos após a aplicação da rustificação: T1- plantas não estressadas e T2, T3 e T4- plantas estressadas. As mudas alteraram seu padrão fisiológico apontando uma adaptação (aclimação) às condições ambientais a que foram submetidas. Ao final dos quatro meses de plantio em vaso T3 apresentou o melhor desempenho com maior biomassa e trocas gasosas mais eficientes.

Palavras-chave: Viveiros florestais. Manejo hídrico. Aclimação vegetal.

ABSTRACT

The silvicultural management applied in nurseries influences seedling quality and survival after field planted and are also related to morphological and physiological traits. The last stage of seedling production in nurseries is called hardening and its objective it is to acclimate the plants making them able to cope with field planting. The hardening phase comprises in a management with no fertilizing and low levels of water to the plant inducing drought acclimation. The aim of this study was verifying the relationship between hardening irrigation in the production of *Astronium graveolens* seedlings with its morphological and physiological traits and also if the hardening treatments influence their field performance after outplanting. Plants were submitted to four different treatments during 50 days: T1, T2 e T3- seedlings were irrigated when substrate water tension reached -10 KPa, -100 KPa and -1500 KPa, respectively; T4- seedlings were permanently capillarity irrigated. Each treatment was compound with five repetitions (five trays with 25 plants each). We assessed morphological traits as stem height, stem diameter, root dry mass, stem and leaves dry mass and leaf area; assessing physiological traits as gas exchange and leaf water potential. The experimental design was completely randomised, a one-way and two-way ANOVA were performed. Root, stem and leaf dry mass decreased with increasing drought stress, and also to flood stress. Gas exchange and leaf water potential assessment suggest the formation of two ecophysiological groups after hardening treatment: T1- non-stressed plants and; T2, T3 and T4 stressed plants. Seedlings changed their physiological behavior pattern resulting in an acclimation to the environmental conditions they were submitted. After four months planted in vases, T3 seedlings showed the highest biomass and a more effective gas exchange.

Key-words: Forestry nurseries. Irrigation management. Plant acclimation.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	17
2.2	Relações hídricas.....	18
2.3	Estresse hídrico.....	20
2.4	Rustificação e qualidade de mudas florestais.....	23
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1	Local.....	28
3.2	Aquisição das sementes.....	28
3.3	Delineamento e análise estatística.....	29
3.4	Desenvolvimento do experimento.....	29
3.4.1	Semeadura e fase inicial de produção.....	29
3.4.2	Fase de crescimento da muda.....	30
3.4.3	Aplicação dos tratamentos.....	32
3.4.4	Fase de simulação de plantio em campo.....	34
3.5	Avaliações.....	36
3.5.1	Variáveis de crescimento e fisiológicas.....	36
3.5.2	Período de realização das análises.....	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1	Variáveis de crescimento.....	39
4.1.1	Variáveis de crescimento antes da aplicação dos tratamentos....	39
4.1.2	Variáveis de crescimento após a aplicação dos tratamentos.....	40
4.1.3	Variáveis de crescimento após o período de simulação das condições de plantio em campo.....	42
4.2.	Variáveis fisiológicas.....	44
4.2.1	Potencial hídrico foliar.....	44
4.3	Trocas gasosas.....	46
4.3.1	Antes da aplicação dos tratamentos.....	46
4.3.2	Após aplicação dos tratamentos.....	47
4.3.3	Simulação das condições ambientais de plantio em campo.....	51
4.3.3.1	30 dias no vaso.....	51

4.3.3.2	130 dias no vaso.....	52
4.3.4	Transpiração total diária ao final da aplicação dos tratamentos..	54
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
6	CONCLUSÃO.....	57
	REFERÊNCIAS.....	59

6 CONCLUSÃO

A situação mais estressante para a planta foi o manejo hídrico que mantinha a planta com tensão de retenção acima de -10KPa (irrigação permanente por capilaridade).

O tratamento de -1.500 KPa (próximo ao ponto de murcha permanente) apresentou restrições no crescimento das plantas e nas variáveis fisiológicas avaliadas após o período de aplicação dos tratamentos na fase de viveiro, comparado aos tratamentos com maior disponibilidade hídrica. Porém, ao final da fase de vaso (simulação de plantio em campo) as plantas deste tratamento apresentaram o maior desenvolvimento e eficiência do uso de recursos hídricos.

Estes resultados ajudam a corroborar a importância da aplicação de eventos de estresse hídrico por deficiência próximos ao ponto de murcha permanente, na fase de rustificação, no intuito de condicionar a planta a obter um aumento de seu desempenho sob condições adversas, quando plantada em campo.

REFERÊNCIAS

- ABRAMS, M. D.; MOSTOLLER, S. A. Gas exchange, leaf structure and nitrogen in contrasting successional tree species growing in open and understory sites during a drought. **Tree Physiology**, v. 15, p. 361-370. 1995.
- BAGUIS, P., ROULIN, E., WILLEMS, P.; NTEGEKA, V. Climate change scenarios for precipitation and potential evapotranspiration over central Belgium. **Theoretical and Applied Climatology**. v. 99, p. 273-286. 2010.
- BAÑON, S.; BAÑON, S.; OCHOA, J.; FRANCO, J. A.; SANCHÉZ-BLANCO, M.J.; ALARCÓN, J. J. Influence of water déficit and low air humidity in the nursery on survival of *Rhannus alaternus* seedlings following planting. **Journal of horticultural Science and Biotechnology**, 78, p. 518-522. 2003.
- BAÑON, S.; OCHOA, J.; FRANCO, J. A.; ALARCÓN, J. J.; SANCHÉZ-BLANCO, M.J. Hardening of oleander seedlings by deficit irrigation and low air humidity. **Environmental and Experimental Botany**, 56, p. 36-43. 2006.
- BARKER, A.V.; PILBEAM, D.J. **Potassium**. In: Handbook of plant nutrition. Boca Raton: CRC Press. p. 91-120. 2007.
- BARR, H. D.; WEATHERLEY, P. E. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficit in leaves. **Australian Journal of Biological Science**. V. 15, p. 413-428. 1962.
- BERNARDINO, D. C. S.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; MARQUES, V. B. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 863-870, 2005.
- BLAKE, J.; ZAERR, J.; HEE, S. Controlled moisture stress to improve cold hardiness and morphology of Douglas-fir seedlings. **Forest Science**, 25, p. 576-582. 1979.
- BRANDON, K.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; SILVA, J. M. C. Conservação brasileira: desafios e oportunidades. **Revista Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 7-13, 2005.
- BONAL, D.; GUEHL, J. M. Contrasting patterns of leaf water potential and gas exchange responses to draught in seedlings of tropical rainforest species. **Functional Ecology**, 15, p. 490-496. 2001.
- BUCKERIDGE, M. S.; AIDAR, P. M.; MARTINEZ, C. A.; SILVA, E. A. **Respostas de plantas às mudanças climáticas globais**, In: Biologia & Mudanças Climáticas no Brasil. São Carlos, RiMa p.76-91. 2008.

BUSATO, L. C.; COUTINHO JR., R.; VEIRA, J.; ESPERANÇA, A. A. F.; MARTINS, S. V. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa: UFV, 293 p. 2012.

CASSIMIRO, J. C.; MOURA, B. B.; ALONSO, R.; MEIRELLES, S.T.; MORAES, R.M. Ozone stomatal flux and O₃ concentration-based metrics for *Astronium graveolens* Jacq., a brazilian native forest tree species. **Environmental Pollution**, v. 213, p. 1007-1015. 2016.

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, p.907-916. 2002.

CHIRINO, E., VILAGROSA, A., HERNÁNDEZ, E., VALLEJO, R. Effects of the use of deep container on morpho-functional characteristics of *Quercus suber* L. seedling for reforestation in Mediterranean climate. **Forest Ecology and Management**. v.256, p.779–785. 2008.

CHRISTERSSON, L. The transpiration rate of unhardened, hardened, and dehardened seedlings of spruce and pine. **Physiologia Plantarum**, v. 26, p.258–263.1972.

COCHARD, L.C.; COLL, L. LE ROUX, X.; AMÉGLIO, T. Unraveling the effects of plant hydraulics on stomatal closure during water stress in walnut. **Plant Physiology**, v. 128, p. 282-290. 2002.

COOPMAN, R. E.; JARA, J.C.; BRAVO, L.A.; SÁEZ, K.L.; MELLA, G.R.; ESCOBAR, R. Changes in morpho-physiological attributes of *Eucalyptus globulus* plants in response to diferente drought hardening treatments. **Eletronic Journal of Biotechnology**, vol. 11 nº.2, p. 1-10. 2008.

CORNIC, G.; MASSACCI, A. Leaf photosynthesis under drought stress. In: Baker, N.R., Ed. **Photosynthesis and the environment**. New York, Kluwer Academic Publishers, p. 347-366.

DE DIEGO, N.; SAIZ-FERNÁNDEZ, I.; RODRÍGUEZ, J.L.; PERÉZ-ALFOCEA, P.; SAMPEDRO, M.C.; BARRIO, R.J.; LACUESTA, M.; MONCALEÁN, P. Metabolites and hormones are involved in the intraspecific variability in drought hardening of radiata pine. **Journal of Plant Physiology**, v. 188, p. 64-71, 2015.

FERNÁNDEZ, J.A.; BALENZATEGUI, L.; BAÑON, S.; FRANCO, J.A. Induction of drought tolerance by placobutrazol and irrigation deficit in *Phillyrea angustifolia* during the nursery period. **Scientia Horticulturae**, v. 107, p. 277-283. 2006.

FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micranta* (L.) Blume produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

FORDE, B.G., LORENZO, H., The nutritional control of root development. **Plant Soil**, v. 232, p. 51–68. 2001.

FRANCO, J. A.; BAÑON, S.; FERNÁNDEZ, J. A.; LESKOVAR, D. I. Effect of nursery regimes and establishment irrigation on root development of *Lotus creticus* seedlings following transplanting. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 76, n. 2, p. 174-179. 2001.

FRANCO, J. A.; CROS, V.; BAÑON, S.; GONZALÉZ, A.; ABRISQUETA, J. M. Effects of nursery irrigation on postplanting root dynamics of *Lotus creticus* in semiarid field conditions. **Horticultural Science**, 37, p. 525-528. 2002.

GALMÉS, J. **Ecophysiological traits and their responses to drought in species of the Balearic Islands with different growth forms**. PHD thesis for Bsc. Biological Sciences, University of the Balearic Islands, Mallorca, Spain. 2006.

GASPAR, M. Aquaporinas: de canais de água a transportadores multifuncionais em plantas. **Revista Brasileira de Botânica**, v.34, n.4, p.481-491, out.-dez. 2011.

GEBRE, J. M.; KUHNS, M. R. Effects of water stress preconditioning on gas exchange and water relations of *Populus deltoides* clones. **Canadian Journal of Forest Research**, 23, p. 1291-1297. 1993.

GROSSNICKLE, S. C. Ecophysiology of northern spruce species: the performance of planted seedlings. **NRC Research Press**, Ottawa. 2000.

GROSSNICKLE, S. C.; FOLK, R. S. Spring versus summer spruce stocktypes of western Canada: nursery development and field performance. **Western Journal of Applied Forestry**, v. 18, n. 4, p. 1-9. 2003.

GROSSNICKLE, S. C. Why seedlings survive: influence of plant attributes. **New Forests**, v. 43, p. 711-738, 2012.

GUTIERREZ-SOTO, M., PACHECO, A.N., HOLBROOK, M. Leaf age and the timing of leaf abscission in two tropical dry forest trees. **Trees**, v. 22, p. 393-401. 2008.

HAHN, C. M.; OLIVEIRA, C.; AMARAL, E. M.; RODRIGUES, M. S.; SOARES, P. V. **Recuperação florestal: da semente à muda**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente para a Conservação e Produção Florestal do Estado de São Paulo, 144 p. 2006.

HERNÁNDEZ, E.I., VILAGROSA, A., LUIS, V.C., LORCA, M., CHIRINO, E., VALLEJO, R.V., Root hydraulic conductance, gas exchange and water potential in seedlings of *Pistacia lentiscus* L. and *Quercus suber* L. under different conditions of fertilization and light radiation. **Environmental and Experimental Botany**, v. 67, p.267–276. 2009.

HERNÁNDEZ, V.; MORA, F.; ARAQUE, M.; DE MONTIJO, S.; ROJAS, L.; MELÉNDEZ, P.; DE TOMMASI, N. Chemical composition and antibacterial activity of

Astronium graveolens Jacq. essential oil. **Revista Latinoamericana de Química**, 41/2, p. 89-94. 2013.

HSIAO, T.C. Plant responses to water stress. **Annual Review of Plant Physiology**. V.24, p.519–570. 1973.

JARVIS, P. G.; JARVIS, M. S. The water relations of tree seedlings II. Transpiration in relation to soil water potencial. **Physiologia Plantarum**, v. 16, p. 236-253. 1963.

JOHNSON, J.D., SEILER, J.R.; MCNABB, K.L. **Manipulation of pine seedling physiology by water stress conditioning**, pp. 290–302. In: South, D.B. (Ed) Proc. Int. Symp. Nursery Manag. Practices for the Southern Pines, Alabama. 1985.

JORGE, L. A. B.; MILLANI, T.M.; FONSECA, R. C. B.; ARRUDA, A. A. Estrutura diamétrica e estrutura espacial das espécies mais abundantes de um fragmento de floresta estacional semidecidual em Botucatu, SP. **Floresta e Ambiente** n. 22, v. 3. Pg.355-367. 2015.

KAR, R. K. Plant responses to water stress. **Plant Signaling & Behaviour**, 6:11, p. 1741-1745. 2011.

KERBAUY, G. B. **Relações hídricas**. In: Fisiologia Vegetal 2.ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, p. 1-32. 2012.

KERBAUY, G. B. **Nutrição Mineral**. In: Fisiologia Vegetal 2.ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, p. 33-50. 2012.

KLAR, A. E. **A água no sistema solo-planta-atmosfera**. São Paulo: Nobel, 1984, 408 p.

KOZLOWSKI TT, PALLARDY SG. **Acclimation and adaptive response of woody plants to environmental stress**. Bot Rev 68:270–334. 2002.

KOZLOWSKI, T.T.; PALLARDY, S.G. **Mineral Nutrition**. In: Physiology of Woody Plants. 2.ed. Academic Press, Elsevier. Oxford, UK, p. 210-236. 1997.

KOZLOWSKI, T.T.; PALLARDY, S.G. **Transpiration and Plant Water Balance**. In: **Physiology of Woody Plants**. 2.ed. Academic Press, Elsevier. Oxford, UK, p. 270-308. 1997.

LANDIS, T. D.; TINUS, R. W.; MCDONALD, S. E.; BARNETT, J. P. **Seedling nutrition and irrigation**. Vol 4. The container tree nursery manual. Agric. Handbook 674. US Department of Agricultural and Forest Services, Washington, D.C., p.119. 1989.

LANDIS, T.D. **Irrigation and water management**. In: LANDIS, T. D.; TINUS, R. W.; MCDONALD, S. E.; BARNETT, J. P. Seedling nutrition and irrigation. Vol 4. The container tree nursery manual. Agric. Handbook 674. US Department of Agricultural and Forest Services, Washington, D.C., p.119. 1989.

LARCHER, W. **Relações Hídricas** In: *Ecofisiologia Vegetal*. Editora RiMa, São Carlos, p. 231-294. 2000.

LARCHER, W. **A Planta sob Estresse**. In: *Ecofisiologia Vegetal*. Editora RiMa, São Carlos, p. 341-437. 2000.

LAWLOR, D. W. Limitation to photosynthesis in water-stressed leaves stomata vs. metabolism and the role of ATP. **Annals of Botany**, v. 89, p. 871-885. 2002.

LEE, D. W.; BREMMEIER, S.; SMITH, A. P. The selective advantage of anthocyanins in developing leaves of mango and cacao. **Biotropica**, v. 19, p. 40-49. 1987.

LEVITT, J. **Responses of plants to environmental stresses**. 2.ed. Academic Press, New York and London. Vols I and II. 1980.

LIU, Z., DICKMANN, D.L. Responses of two hybrid *Populus* clones to flooding, drought, and nitrogen availability. II. Gas exchange and water relations. **Can. Journal of Botany**, v. 71, p.927–938. 1993.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2. ed. Nova Odessa: Plantarum, v.1, 384p. 1998.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil, nativas e exóticas**. 2. ed. Nova Odessa: Plantarum, p. 576. 2008.

LUIS, V.C., PETERS, J., GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, A.M., JIMÉNEZ, M.S., MORALES, D. Testing nursery plant quality of Canary Island pine seedlings grown under different cultivation methods. **Phyton Annales Rei Botanicae**. v.44, p.231–244. 2004.

LUZ, C.L.S.; PIRANI, J.R. **Anacardiaceae in Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB4385>>. Acesso em: 07 Ago. 2017

MARKENSTEIJN, L.; IRAIPI, J.; BONGERS, F.; POORTER, L. Seasonal variation in soil and plant water potentials in a Bolivian tropical moist and dry forest. **Journal of Tropical Ecology**, vol 26, p. 497-508. 2010.

MARSCHNER, H. **Functions of mineral nutrients: macronutrients**. In: __. Mineral nutrition of higher plants. 2.ed. San Diego – US: Academic Press, p.229-312. 1995. MATTSSON, A. Predicting field performance using seedling quality assessment. **New Forests** 13: p. 223-248. 1996.

MCDOWELL N, POCKMAN WT, ALLEN CD, BERSHEARS DD, COBB N, KOLB T, PLAUT J, SPERRY J, WEST A, WILLIAMS DG, YEPEZ EA. Mechanisms of plant survival and mortality during drought: why do some plants survive while others succumb to drought? **New Phytologist** 178:719–739. 2008.

MEINZER, F.C. Stomatal control of transpiration. **Trends in Ecology and Evolution** v.8, p.289–293. 1993.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Plant Nutrition**. In: Principles of Plant Nutrition. 4.ed. International Potash Institute. Worblaufen-Bern, Switzerland, p. 11-24. 1987.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Potassium**. In: Principles of Plant Nutrition. 4.ed. International Potash Institute. Worblaufen-Bern, Switzerland, p. 427-453. 1987.

MEYER, S.; GENTY, B. Heterogeneous inhibition of photosynthesis over the leaf surface of *Rosa rubiginosa* L. during water stress and abscisic acid treatment: induction of a metabolic component by limitation of CO₂ diffusion. **Planta**, v. 210, p. 126-131. 1999.

MIJNSBRUGGE, K. V.; TURCSÁN, A.; MAES, J.; DUCHÊNE, N.; MEEUS, S.; STEPPE, K.; STEENACKERS, M. Repeated summer drought and re-watering during the first growing year of oak (*Quercus petraea*) delay autumn senescence and bud burst in the following spring. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 1-11. 2016.

MILLER, B. D.; TIMMER, V. R. Steady-state nutrition of *Pinus resinosa* seedlings: response to nutrient loading, irrigation and hardening regimes. **Tree Physiology**, 14, p. 1327-1338. 1994.

MORGAN, J.M. Osmoregulation and water stress in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.35, p. 299–319. 1984.

MOYA, D.; DE LAS HERAS, J.; SERRANO, F. R. L.; FERRANDIS, P. Natural recovery and leaf water potential after fire influenced by salvage logging and induced drought stress. **FLAMMA**, 4 (1), p. 47-50. 2013.

OLIVEIRA, M.C.; PEREIRA, D.J.S.; RIBEIRO, J.F. **Viveiro e produção de mudas de algumas espécies arbóreas nativas do Cerrado**. 2.ed. Embrapa Cerrados, Planaltina Distrito Federal, 85 p. 2011.

POORTER, L.; MARKENSTEIJN, L. Seedling traits determine drought tolerance of tropical tree species. **Biotropica** 40(3), p.321-331. 2008.

PUTTONEN, P. Looking for the “silver bullet” – can one test do it all? **New Forests**, v. 13, p. 9-27. 1997.

RIZZINI, C. T. **Habitats (classificação ecológica das plantas)**. In: Fitogeografia do Brasil - aspectos ecológicos. v. 1. Editora HUCITEC / EDUSP. São Paulo, SP, p. 243-297. 1976.

ROOK, D.A. Conditioning radiata pine seedlings to transplanting by restricted water. **New Zealand Journal of Forestry Science**, v.3, p. 54-69. 1973.

RUIZ-SÁNCHEZ, M.C.; DOMINGO, R.; TORRECILLAS, A.; PÉREZ-PASTOR, A. Water stress preconditioning to improve drought resistance in young apricot plants. **Plant Science**, v. 156, p. 245-251, 2000.

SAGE, R. F.; SEEMANN, J. R. Regulation of Ribulose-1,5-Bisphosphate Carboxylase/Oxygenase Activity in Response to Reduced Light Intensity in C4 Plants. **Plant Physiology**, v. 102, n. 1, p. 21-28. 1993.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Cells: Water, Solutions, and Surfaces**. In: Plant Physiology. 4.ed. Belmont-California: Wadsworth, p. 1-188. 2012.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Environmetal Physiology**. In: Plant Physiology. 4.ed. Belmont-California: Wadsworth, p. 549-600. 2012.

SÁNCHEZ-BLANCO, M. J.; FERRÁNDEZ, T.; NAVARRO, A.; BAÑON, S.; ALARCÓN, J. J. Effects of irrigation and air humidity preconditioning on water relations, growth and survival of *Rosmarinus officinalis* plants during and after transplanting. **Journal of Plant Physiology**, v. 161, p. 1133-1142. 2004.

SHINOHARA, T.; LESKOVAR, D.I. Effects of ABA, antitranspirants, heat and drought stress on plant growth, physiology and water status of artichoke transplants. **Scientia Horticulturae**, v. 165, p. 225-234. 2014.

SILIM, S.N.; GUY, R.D.; PATTERSON, T. B.; LIVINGSTON, N. J. Plasticity in water-use efficiency of *Picea sitchensis*, *Picea glauca* and their natural hybrids. **Oecologia**, vol. 128, p. 317-325. 2001.

SILIM, S.; NASH, R.; REYNARD, D.; WHITE, B.; SCHROEDER, W. Leaf gas exchange and water potential responses to drought in nine poplar (*Populus* spp.) clones with contrasting drought tolerance. **Trees**, vol: 23, p. 959-969. 2009.

SILVA, V.C.; NAPOLITANO, A.; ELETTO, D.; RODRIGUES, C.M.; PIZZA, C.; VILEGAS, W. Characterization of gallotannins from *Astronium* species by flow injection analysis-electrospray ionization-ion trap-tandem mass spectrometry and matrix assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry. **European Journal of Mass Spectrometry**, v. 17, p. 365-375. 2011.

SILVA, R. B. G.; SIMÕES, D.; SILVA, M. R. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 297-302. 2012.

SILVEIRA, R.L.V.A., MALAVOLTA, E. Nutrição e adubação potássica em *Eucalyptus*. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.91, 12p. (POTAFÓS – Encarte Técnico 12). 2000.

SPERRY, J. S. Hydraulic constraints on plant gas exchange. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.104, p.13-23. 2000.

SPERRY, J. S. Evolution of water transport and xylem structure. **International Journal of Plant Sciences**, v.164, p.115-127. 2003.

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Água e Células Vegetais**. In: __. Fisiologia Vegetal. 5.ed., Artmed, p. 67-81. 2010.

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Balanço Hídrico das Plantas**. In: __. Fisiologia vegetal. 5.ed., Artmed, p. 85-103. 2010.

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Nutrição Mineral**. In: __. Fisiologia vegetal. 5.ed., Artmed, p. 107-127. 2010.

TARDIEU, F.; SIMMONEAU, T. Variability among species of stomatal control under fluctuating soil water status and evaporative demand: modeling isohydric and anisohydric behaviours. **Journal of Experimental Botany**, 49s, p. 419- 432. 1998.

TEZARA, W.; MITCHELL, V. J.; DRISCOLL, S. D.; LAWLOR, D.W. Water stress inhibits plant photosynthesis by decreasing coupling factor and ATP. **Nature**, v. 401, p. 914-917. 1999.

TRUBAT, R.; CORTINA, J.; VILAGROSA, A. Nutrient deprivation improves field performance of woody seedlings in a degraded semi-arid shrubland. **Ecological Engineering**, v.37, p.1164-1173. 2011.

UGOLINI, F.; TOGNETTI, R.; BUSSOTTI, F.; RASCHI, A.; ENNOS, A. R. Wood hydraulic and mechanical properties induced by low water availability on two ornamental species *Photinia x fraseri* var. Red Robin and *Viburnum opulus* L. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 13, p. 158-165. 2014.

VAN DEN DRIESCHE, R. Influence of container nursery regimes on drought resistance of seedlings following planting. II. Stomatal conductance, specific leaf area, and root growth capacity. **Canadian Journal of Forest Research**, 21(5), p. 566-572. 1991.

VARONE, L.; RIBAS-CARBO, M.; CARDONA, C.; GALLÉ, A.; MEDRANO, H. Stomatal and non-stomatal limitations to photosynthesis in seedlings and saplings of Mediterranean species pre-conditioned and aged in nurseries: Different response to water stress. **Environmental and Experimental Botany**, v. 75, p. 235-247. 2012.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 25-42, 1998.

VILAGROSA, A., CORTINA, J., GIL-PELEGRÍN, E., BELLOT, J. Suitability of growth preconditioning techniques in Mediterranean land restoration. **Restoration Ecology** v.11, p.208–216. 2003.

VILAGROSA, A.; VILLAR-SALVADOR, P.; PUÉRTOLAS, J., **El endurecimiento em vivero de especies forestales mediterráneas**. In: Cortina, J., Penuelas, ~ J.L., Puértolas, J., Savé, R., Vilagrosa, A. (Eds.), Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes mediterráneos. Estado actual de conocimientos. DGB, Ministerio de Medio Ambiente, Serie forestal, Madrid, pp. 119–140, ISBN-10:84-8014- 670-2. 2006.

VILLAR-SALVADOR, P.; PLANELLES, R.; ENRIQUÉZ, E.; PEÑUELAS-RUBIRA, J. Nursery cultivation regimes, plant functional attributes, and field performance

relationships in the Mediterranean oak *Quercus ilex* L. **Forest Ecology and Management**. V. 196, p. 257-266. 2004a.

VILLAR-SALVADOR, P.; PLANELLES, R.; OLIET, J.; PEÑUELAS-RUBIRA, J.L.; JACOBS, D.F.; GONZÁLEZ, M. Drought tolerance and transplanting performance of holm oak (*Quercus ilex*) seedlings after drought hardening in the nursery. **Tree Physiology**, vol. 24, p. 1147-1155. 2004b.

VILLAR-SALVADOR, P.; PEÑUELAS, J. L.; JACOBS, D. F. Nitrogen nutrition and drought hardening exert opposite effects on the stress tolerance of *Pinus pinea* L. seedlings. **Tree Physiology**, v. 33, p. 221-232. 2013.

XIE, T.; SU, P. Canopy and leaf photosynthetic characteristics and water use efficiency of sweet sorghum under drought stress. **Russian Journal of Plant Physiology**, vol. 59, nº 2, p. 251-261. 2012.

XU, Z., ZHOU, G.; SHIMIZU, H. Are plant growth and photosynthesis limited by pre-drought following rewatering in grass? **Journal of Experimental Botany**, v. 60, n. 13, p. 3737-3749. 2009.

XU, Z., ZHOU, G.; SHIMIZU, H. Plant responses to drought and rewatering. **Plant Signaling & Behaviour**, v. 5, p. 649–654. 2010.

ZIDA, D.; TIGABU, M.; SAWODOGO, L.; ODÉN, P.C. Initial seedling morphological characteristics and field performance of two Sudanian savanna species in relation to nursery production period and watering regimes. **Forest Ecology and Management**, v. 255, p. 2151-2162. 2008.

ZIMMERMANN, U.; STEUDLE, E. Physical aspects of water relations of plant cells. **Advances in Botanical Research**, v. 6, p. 45-117. 1979.

ZWIAZEK, J. J.; BLAKE, T. J. Effects of preconditioning on subsequent water relations, stomatal sensitivity, and photosynthesis in osmotically stressed black spruce. **Canadian Journal of Botany**, v. 69, n.8, p. 2240-2244. 1989.