

F OTOSSÍNTESE E TOLERÂNCIA PROTOPLASMÁTICA FOLIAR EM *myracrodruon urundeuva* FR. ALL. SUBMETIDA AO DÉFICIT HÍDRICO

Kátia Rose Mariano

Aluna do Programa de Pós-graduação em Botânica, Departamento de Ciências Biológicas/ UEFS
E-mail: samorim_maria@superig.com.br.

Lílian S. Barreto

Aluna do Programa de Pós-graduação em Botânica, Departamento de Ciências Biológicas/ UEFS
E-mail: samorim_maria@superig.com.br.

Alisson H.B.Silva

Aluno do Programa de Pós-graduação em Botânica, Departamento de Ciências Biológicas/ UEFS
E-mail: samorim_maria@superig.com.br.

Graziela K. P. Neiva

Aluna do Programa de Pós-graduação em Botânica, Departamento de Ciências Biológicas/ UEFS
E-mail: samorim_maria@superig.com.br.

Solange Amorim

Profª. Adjunta Departamento de Ciências Biológicas/UEFS. E-mail samorim@uefs.br;
E-mail: samorim_maria@superig.com.br.

RESUMO - A espécie *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. conhecida como aroeira-do-sertão é da família Anacardiaceae e pode ser encontrada na Caatinga, Cerrado e Floresta Pluvial. Este experimento foi realizado em condições de viveiro, em dois blocos (irrigação diária e com déficit hídrico) com quatro repetições por tratamento e em três posições foliares no caule: basal, intermediária e apical. Foram registrados os dados sobre fotossíntese, transpiração, condutância estomática, conteúdo relativo de água e integridade protoplasmática. O déficit hídrico promoveu o incremento do conteúdo relativo de água nas folhas em todas as posições no caule e reduziu as taxas de transpiração e fotossintética nas plantas. As folhas apicais foram as mais sensíveis às variações do meio. As folhas de aroeira-do-sertão apresentaram maior tolerância protoplasmática quando submetida a temperaturas elevadas, principalmente, nas folhas de posição intermediária no caule cujo crescimento está completo.

Palavras-chave: *Myracrodruon urundeuva*, fotossíntese, tolerância protoplasmática e conteúdo relativo de água.

PHOTOSYNTHESIS AND LEAF PROTOPLASMATIC TOLERANCE IN *myracrodruon urundeuva* FR. ALL. UNDER WATER DEFICIT.

ABSTRACT - The *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. specie is known like aroeira-do-sertão, it belongs to Anacardiaceae family and it can be found in the Caatinga, Cerrado and Pluvial Forest. In the present study was tested on aroeira-do-sertão the water deficit effect under greenhouse conditions in two experimental blocks: the daily irrigation and the other with water deficit. It had tested with four repetitions by treatment and in three point of stem: basal, intermediary and apical. It was registered the data about photosynthesis rate, transpiration rate, stomatal conductance, relative water content and leaf protoplasmatic tolerance. The water deficit produced increment in relative water content in the leaves at the all positions leaves through the stem and reduced the transpiration and photosynthesis rates in the plants. The apical leaves were the most sensitive to the variations of the ambient. When the aroeira-do-sertão leaves were exposed to high temperature, they presented protoplasmatic tolerance mostly in the leaves located at intermediary position in the stem whose growth is complete.

Key Words: *Myracrodruon urundeuva*, photosynthesis, protoplasmatic tolerance and water relative content.

INTRODUÇÃO

A espécie *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. conhecida como aroeira-do-sertão é uma árvore nativa da família Anacardiaceae de ocorrência natural desde o México até a Argentina (BILONI, 1976). Esta planta pode ser encontrada em formações vegetacionais de Caatinga, Cerrado e Floresta Pluvial (ANDRADE et al. 2000), sendo bastante utilizada como planta medicinal e madeira de lei nas indústrias e propriedades rurais, principalmente, na região do semi-árido brasileiro (MEDEIROS, 1996). Devido à exploração predatória, essa espécie está ameaçada de extinção exigindo estudos que garantam sua sobrevivência e viabilizem sua utilização em solos não incorporados ao sistema produtivo da região (MELLONE et al, 2000).

Segundo LARCHER (2000), a água é o principal constituinte do vegetal representando 50% da massa fresca nas plantas lenhosas e cerca de 80 a 95% nas plantas herbáceas, sendo necessária para o transporte de solutos e gases, como reagente no metabolismo vegetal, na turgescência celular e na abertura dos estômatos. A água é fator limitante para o crescimento e desenvolvimento de plantas em regiões áridas e semi-áridas as quais se caracterizam pela baixa precipitação pluviométrica total e pela irregularidade na distribuição das chuvas durante o ano.

A resposta fisiológica à deficiência hídrica pode chegar a efeitos irreversíveis na estrutura das membranas celulares (SILVA, 1976), devido às alterações na composição da integridade destas (PAULA et al., 1990) causadas, em parte, pelo aumento da atividade de lípases, proteases e formas ativas de oxigênio no citoplasma (ROY-MACAULEY et al. 1992). Uma das conseqüências neste estágio é o aumento da permeabilidade celular e a saída de íons da célula (DEXTER et al., 1932). Essa extrusão de íons pode ser avaliada pela medida da condutividade elétrica e, portanto inferir o grau de tolerância protoplasmática foliar à seca.

Sob condições de déficit hídrico, tem sido demonstrada a relação direta entre a redução da concentração intercelular de CO₂, em razão do fechamento estomático, gerando decréscimos na assimilação do CO₂ e no rendimento quântico do fotossistema II. Considerando as características dos sítios de ocorrência da aroeira, durante a regeneração natural, as plantas jovens estariam sujeitas tanto ao estresse hídrico como a limitações na disponibilidade de luz. Dessa forma, é presumível que, nos períodos de seca, ocorra grande restrição na transpiração, com decréscimos na atividade fotossintética.

O objetivo deste estudo foi avaliar a variação do conteúdo relativo de água, a tolerância protoplasmática foliar à seca, e, sobretudo respostas na fotossíntese, transpiração e condutância estomática em plantas de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. submetidas ao déficit hídrico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de viveiro com filtragem de 50% de luminosidade, na unidade experimental do Horto Florestal da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (aroeira-do-sertão) cultivadas em sacos plásticos com capacidade para dois litros de terra vegetal.

O delineamento estatístico foi em blocos casualizados, com quatro repetições e os dados obtidos foram analisados através de ANOVA, utilizando-se um esquema fatorial 2 x 4(3): irrigação diária, controle e suspensão de irrigação, três pares de folha no caule (base, intermediária e ápice) e quatro repetições totalizando vinte e quatro unidades experimentais, seguida do teste de Tukey para verificar as diferenças significativas entre as variáveis estudadas através do programa de estatística Sigmastat, Statistical Software para Windows, versão 2 da Jandel Corporation (1995).

No sexto dia de estresse hídrico por suspensão de rega, foram selecionados três pares de folhas por planta localizadas na posição basal, intermediária e apical para as medições de fotossíntese, transpiração e condutância estomática, mediante a utilização do sistema analisador de fotossíntese (LICOR).

Para a análise do conteúdo relativo de água (CRA) nos tratamentos experimentais foram coletados dois discos foliares nas posições diferentes caule (base, intermediária e ápice), totalizando vinte e quatro unidades experimentais, tomando-se o cuidado de não amostrar a nervura central. O CRA foi obtido a partir da fórmula $CRA = (MF - MS) / (MT - MS) \times 100\%$ segundo Barrs & Weatherley (1962) onde MF, MS e MT representam a massa fresca, massa seca e a massa total respectivamente.

Os discos coletados foram acondicionados em Placas de Petri com tampa para pesagem da massa fresca, em seguida adicionou-se água destilada nas placas, sendo estas colocadas na geladeira por 24 h com a finalidade de obter a massa túrgida. Para a massa seca os discos foram submetidos a 60 °C por 72 h.

Para avaliação da tolerância protoplasmática do tecido foliar foram, também, coletados dois discos foliares em cada posição do caule (base, intermediária e ápice), totalizando vinte e quatro unidades experimentais para cada tratamento experimental. Os discos foram colocados em tubos de ensaio com 30ml de água destilada, e ficaram imersos por 24 h. Após este período mediu-se a condutividade livre (CL, μ Siemens), posteriormente os mesmos tubos de ensaio foram colocados em geladeira por 1h sob temperatura de 4 °C e após a leitura em condutivímetro (Analion C701), foram levados ao banho-maria a 100°C por 1h, e medida a condutividade total (CT, μ Siemens). A partir destes dados foi calculada a porcentagem de integridade absoluta (PIA) onde $PIA = 1 - CL/CT \times 100$, a porcentagem de integridade

relativa (PIR) onde $PIR = PIA$ de plantas estressadas / PIA de plantas irrigadas e a porcentagem de danos (PD) onde $PD = 100 - PIR$, segundo a metodologia descrita por VASQUEZ-TELLO *et al.* (1990).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A suspensão da irrigação das plantas de aroeira por cinco dias provocou alterações na transpiração,

fotossíntese e condutância estomática. A análise de variância mostrou que o déficit hídrico ocasionou a redução não significativa de $0,136 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ($p = 0,802$) na transpiração em relação ao controle.

Com relação à posição foliar, as diferenças foram evidenciadas entre as folhas intermediárias e as folhas localizadas na base e ápice nas quais as taxas de transpiração variaram de maneira semelhante para ambos os tratamentos ($p = 0,002$) (tabela 1).

Tabela 1. Transpiração, fotossíntese e condutância estomática em folhas de plantas de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All., irrigadas e sob déficit hídrico.

Tratamento	Posição foliar no caule	Transpiração $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	Condutância estomática cm s^{-1}	Fotossíntese $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
controle	base	[*] $2,16 \pm 1,89$ bc	$0,06 \pm 0,03$ bc	$3,17 \pm 1,11$ bc
	intermediária	$4,93 \pm 1,74$ ac	$0,23 \pm 0,10$ ac	$6,91 \pm 1,77$ ac
	ápice	$1,89 \pm 0,29$ bc	$0,04 \pm 0,005$ bc	$2,74 \pm 0,56$ bc
déficit hídrico	base	$2,04 \pm 1,81$ bc	$0,04 \pm 0,05$ bc	$1,93 \pm 1,91$ bd
	intermediária	$4,06 \pm 1,00$ ac	$0,10 \pm 0,04$ ac	$4,01 \pm 1,26$ ad
	ápice	$2,46 \pm 1,20$ bc	$0,06 \pm 0,04$ bc	$2,55 \pm 1,43$ bd

* Os valores representam as médias e desvios padrão (\pm) de 4 repetições. Médias seguidas da mesma letra, minúscula em negrito na coluna (comparação de médias entre as posições foliares) e minúscula em itálico (comparação de médias entre os tratamentos), não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

Esses resultados assemelharam-se aos encontrados por SILVA *et al.* (2003), onde foram observadas reduções nos valores da transpiração em plantas jovens de *Mimosa caesalpinifolia*, *Enterolobium contortisiliquum* e *Tabebuia aurea*, quando submetidas a períodos crescentes de déficit hídrico (5, 7, 13 e 22 dias), embora com variações maiores na taxa de transpiração de 1,55 a 10,44 para os controles e de 1,03 a 2,99 para as estressadas. Em outros experimentos, MANSUR & BARBOSA (2000) testaram o efeito de 14 dias de suspensão de rega em plantas jovens de *Caesalpinia pyramidalis*, *Caesalpinia ferrea*, *Senna martiana* e *Senna spectabilis* e foram mostrados valores reduzidos na taxas de transpiração de $0,66$; $0,65$; $0,54$; e $0,66 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente. Da mesma forma, NOGUEIRA *et al.* (1998a; 1998b; 1999c), observaram reduções na transpiração em plantas da Caatinga submetidas ao déficit hídrico.

A redução da transpiração se dá em decorrência do fechamento estomático, que é uma das primeiras respostas da planta à redução da disponibilidade de água. Segundo LARCHER (2000), a transpiração e a resistência difusiva (que é inversamente proporcional à condutância estomática) são processos que têm sido correlacionados ao déficit hídrico. Em condições normais, a taxa de transpiração nas folhas é determinada especialmente pela radiação, déficit de saturação e pela condutância estomática.

A suspensão na irrigação levou a uma diminuição da condutância estomática de $0,047 \text{ cm s}^{-1}$ ($p = 0,058$),

considerada não significativa na análise de variância. Essa diminuição da condutância estomática também foi observada por QUEIROZ *et al.* (2002) em plantas de aroeira submetidas a 14 dias de déficit hídrico assim como PAIM (2002) e AMORIM *et al.* (2004).

Quando foram analisados os valores da condutância estomática nas folhas localizadas nas diferentes posições do caule, a variação assemelhou-se às taxas de transpiração. Valores maiores de condutância estomática foram apresentados nas folhas intermediárias com relação às folhas localizadas na base e no ápice para ambos os tratamentos (Anova, $p < 0,001$) (tabela 1).

Entretanto, o déficit hídrico levou a diminuição significativa de $1,443 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ na taxa fotossintética (Anova, $p = 0,023$) e essa redução, também, foi observada por QUEIROZ *et al.* (2002) em plantas de aroeira do sertão submetidas a déficit hídrico.

Os valores da transpiração mostraram relação direta com a condutância estomática e com a fotossíntese. Os dados obtidos no presente trabalho sugerem que o fechamento dos estômatos, durante a suspensão da irrigação, ocasionou uma diminuição na condutância estomática, que resultou em uma menor difusão do CO_2 para o interior das folhas e conseqüentemente redução da fotossíntese.

Quanto à idade das folhas, houve diferença na transpiração e condutância estomática, sendo maiores nas folhas intermediárias do que nas folhas do ápice e da base nos dois tratamentos de irrigação. Esse resultado pode ser

atribuído ao crescimento das folhas intermediárias que estão completamente estendidas, logo a área foliar é maior do que as do ápice e a amplitude de resposta dos estômatos é mais efetiva. As folhas do ápice além de não estarem completamente estendidas apresentam células imaturas (em crescimento). As folhas da base, as mais velhas, apresentam-se senescentes e os estômatos estão mais vulneráveis a situação de estresse.

Houve diminuição na taxa fotossintética entre as diferentes posições das folhas ao longo do vegetal. NOGUEIRA et al. (2001 d) trabalhando com acerola observaram maiores valores da taxa de fotossíntese nas folhas em comparação com as folhas jovens. Os resultados obtidos neste experimento com aroeira corroboram para a teoria da “longevidade ótima” da folha (KIKUZAWA, 1991) onde as taxas fotossintéticas foram menores nas do ápice, em folhas que não desenvolveram completamente os mecanismos de fotossíntese. Segundo KITAJIMA et al. (2002) este declínio não é um descontrolado mecanismo de deteriorização fisiológica, mas é causada por uma redistribuição de recursos, especialmente de nitrogênio em folhas jovens para favorecer do ganho fotossintético.

A condutância estomática foi maior nas folhas intermediárias do que nas folhas do ápice e da base, concordando com os resultados obtidos para os valores da fotossíntese e da transpiração uma vez que a condutância governa diretamente a transpiração e indiretamente a fotossíntese.

A análise de variância ($p=0,029$) mostrou que as plantas submetidas à irrigação diária apresentaram um maior conteúdo relativo de água (85 %) do que as plantas submetidas ao déficit hídrico (48%). Essas diferenças assemelharam-se aos resultados encontrados por QUEIROZ (2002), em trabalho realizado com a mesma espécie de aroeira onde foram obtidos valores maiores de conteúdo relativo de água nas plantas irrigadas diariamente do que nas plantas estressadas por 14 dias, respectivamente.

Com relação à posição das folhas, o conteúdo relativo de água foi maior nas folhas localizada na base (41 %) e no ápice (93 %) nas plantas irrigadas diariamente (controle) enquanto que nas plantas submetidas ao déficit hídrico, o conteúdo relativo de água foi maior nas folhas intermediárias (97 %) e do ápice (100 %) e menor nas folhas localizadas na posição base (59 %) conforme mostra a figura 1.

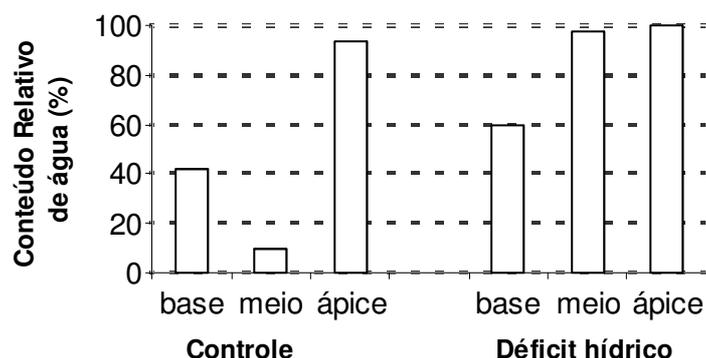


Figura 1. Conteúdo relativo de água (CRA) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. em dois tratamentos, irrigadas e sob déficit hídrico durante 5 dias.

Os resultados relacionados ao conteúdo relativo de água mostraram que as reduções da transpiração e da condutância estomática afetaram o estado hídrico das folhas nas diferentes posições do caule, principalmente nas folhas intermediárias.

A porcentagem de integridade absoluta (PIA) apresentou seus maiores valores para a temperatura de 100°C, em ambos os tratamentos: controle e déficit hídrico, as folhas mais velhas folhas basais que apresentaram valores de PIA iguais a 82% e 85% respectivamente e valores de PIA reduzidos para a temperatura de 4°C, em particular para as folhas intermediárias e basais iguais a 34% e 20% respectivamente.

As folhas intermediárias e basais, quando foram submetidas à temperatura de 100°C, apresentaram valores de PIA de 77% e 80 % respectivamente para o tratamento com irrigação diária e 82% e 58% para o tratamento com déficit hídrico.

O percentual de integração relativo (PIR) nas folhas intermediárias e basais foi menor (93 % e 96 % respectivamente a 100 ° C quando comparado com o valor de PIR a 4 ° C (10 % para ambas as posições). O contrário foi observado nas folhas do ápice caulinar, o valor de PIR foi 13% a 100°C e 50 % a 4 ° C.

Quanto à porcentagem de danos (PD), os dados revelaram que os maiores danos (99 %) foram obtidos na temperatura de 100°C em folhas intermediárias e basais e 98 % nas folhas apicais. Enquanto, os menores valores de

PIR (98 %) foram registrados para 4°C para as posições intermediárias e basais e 99% na posição apical do caule, portanto, resultados inversos.

Segundo PIMENTEL et al. (2002) uma menor PD irá indicar uma maior tolerância protoplasmática, o que reforça os dados obtidos. Além disso, neste trabalho foi possível constatar que as folhas intermediárias e basais foram caracterizadas como mais sensíveis aos tratamentos uma vez que tiveram maiores integridades absoluta e relativa e um maior percentual de danos sob o tratamento de temperatura elevada.

O presente trabalho permitiu, também, avaliar a tolerância protoplasmática foram maiores para a temperatura de 100°C. Esse dado pode ser confirmado em SILVA (1976) e PAULA et al. (1990) quando afirmaram que os menores valores de PD (com altos valores de PIA e PIR) refletem uma maior integridade da membrana na folha durante o dessecamento devido, em parte, à menor atividade das enzimas hidrolíticas e/ou da composição de lipídios da membrana.

CONCLUSÕES

O déficit hídrico reduz as taxas de transpiração e fotossintética em plantas de aroeira do sertão.

As folhas apicais são as mais sensíveis às variações do meio devido ao fechamento mais efetivo dos estômatos em decorrência do seu estado das células da lâmina foliar, ainda, imaturo.

O déficit hídrico promove o incremento do conteúdo relativo de água nas folhas nas posições basal, intermediária e apical do caule devido a sua relação direta com o processo de transpiração, condutância estomática e com o crescimento da lâmina foliar.

As folhas de aroeira-do-sertão apresentam maior tolerância protoplasmática quando submetida à temperatura elevada, principalmente, nas folhas de posição intermediária no caule cujo crescimento está completo apesar de, ainda, juvenis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, S.M.C. de; PAIM, A.C.B.; SILVA, M. G. Estudo ecofisiológico sobre endomicorrizas. Subtítulo: O efeito do déficit hídrico sobre a colonização endomicorrízica em duas espécies vegetais típicas da região semi-árida do Nordeste. Revista Biotecnologia e Desenvolvimento. Ed 33, julho – Dezembro, 23-26, 2004.

ANDRADE, M. W. de; QUEIROZ LUZ, J. M.; LACERDA, A. S.; MELO P. R. A. de. BARBOSA, Z. Efeito do P e do Zn na nutrição e crescimento de *M. urundeuva* (aroeira do sertão). 1994. 105p. (Dissertação - Mestrado). Lavras: ESAL. 1994.

BARRS, H.D. & P. E. WEATHERLEY. A re-Examination of the relative turgidity technique for

estimating water deficits in leaves. Australian Journal of Biological Science, 15: 413-428. 1962

BILONI, J.S. Livro del árbol: essencias forestales indígenas de la Argentina de aplicación ornamental. 1976. DEXTER, S.T., W. E. TOTTINHAM & L.F. GRABER.. Investigations of the hardness of plants by measurement of electrical conductivity. Plant Physiology, 7: 63-78. 1932.

FIGUEIRÔA, J. M. de; BARBOSA, D. C. de A. & SIMABUKUR, E.A. Crescimento de plantas jovens de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) sob diferentes regimes hídricos. Acta Botanica Brasílica. 18(3): 573-580. 2004.

KIKUZAWA, K. A cost-benefit analysis of leaf habit and leaf longevity of trees and their geographical pattern. American Naturalist 138:1250-1263. 1991.

KITAJIMA, Kaor; Stephen S. Mulkey; Mirna Samaniego; S. Joseph Wright. Decline of photosynthetic capacity with leaf age and position in two tropical pioneer tree species. American Journal of Botany.; 89:1925-1932. 2002.

LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal (Tradução: Carlos H. Pedro), Ed. Rima, São Paulo, 531p. 2000.

MANSUR, R. J. C. N. & BARBOSA, D. C. A. Comportamento fisiológico em plantas jovens de quatro espécies lenhosas da caatinga submetidas a dois ciclos de estresse hídrico. Phytion 68: 97-106, 2000.

MEDEIROS, A.C.S. Comportamento fisiológico, conservação de germoplasma a longo prazo e previsão de longevidade de sementes de aroeira (*Astronium urundeuva*). 1996. 127p. (Tese - Doutorado). Jaboticabal: FCAVJ/UNESP, 1996.

MELLONI, R.; SILVA, F. A. DE M. & CARVALHO, J. G. de. 2000. Cálcio, magnésio e potássio como amenizadores dos efeitos da salinidade sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*). CERNE, v.6, n.2, p.035-040, 2000.

MONTEIRO DE PAULA, F.; A. T. PHAMTHI, J. VIEIRA DA SILVA, A.M. JUSTIN, C.DEMANDRE & P. MAZLIAK. Effects of water stress on the molecular species composition of polar lipids from *Vigna unguiculata* L. leaves. Plant Science, 66:185-193. 1990.

MONTEIRO DE PAULA, F.; A. T. PHAMTHI, J. VIEIRA DA SILVA, A.M. JUSTIN, C.DEMANDRE & P. MAZLIAK. Effects of water stress on the molecular species composition of polar lipids from *Vigna unguiculata* L. leaves. Plant Science, 66:185-193. 1990.

- NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, H. A. & BEZERRA NETO, E. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas a déficit de água. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 13(1): 75-87. 2001d.
- NOGUEIRA, R. J. M. C.; BARBOSA, D. C. A. & MORAES, J. A. P. V. Trocas gasosas e relações hídricas em plantas jovens envasadas de três espécies da caatinga, submetidas a deficiência de água. *Phyton* 62 (1/2): 37-46, 1998a
- NOGUEIRA, R. J. M. C.; BURITY, H. A. & MORAES, J. A. P. V. Transpiração e potencial hídrico foliar em aceroleiras (*Malpighia emarginata* DC) cultivadas na zona semi-árida de Pernambuco. *Revista Científica Rural* 3 (2) : 75-81, 1998b.
- NOGUEIRA, R. J. M. C.; MELO FILHO, P. A. & ARAÚJO, E. L.. Expressões ecofisiológicas de germoplasma de *Harconia speciosa* Gomes cultivada no litoral de Pernambuco. *Ciência Rural* 29(4): 731-732, 1999c.
- PAIM, ANA CLAUDIA BORJA Avaliação do efeito do estresse hídrico na estrutura, ecofisiologia e na bioquímica de plântulas *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae), (Dissertação de Mestrado), Universidade Estadual de Feira de Santana p. 80, 2002.
- PIMENTEL, C. et al. Tolerância Protoplasmática foliar à seca, em dois genótipos de caupi cultivadas em campo. *Revista Universidade Rural. Série Ciências da vida*. Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p. 07-14, 2002.
- QUEIROZ, C.G.S., GRACIA, Q. S & LEMOS FILHO, J.P. Atividade fotossintética e peroxidação de lipídios de membrana em plantas de aroeira-do-sertão sob estresse hídrico e após reidratação. *Brazilian Journal Plant Physiology*, 14(1): 59-63. 2002.
- QUEIROZ, C.G.S., GRACIA, Q.S & LEMOS FILHO, J.P. Atividade fotossintética e peroxidação de lipídios de membrana em plantas de aroeira-do-sertão sob estresse hídrico e após reidratação. *Brazilian Journal Plant Physiology*, 14(1): 59-63. 2002.
- ROY-MACAULEY, H.; Y. ZUILY-FODIL; M. KIDRIC, A. T. PHAM THI & J. VIEIRA DA SILVA. Effect of drought stress on proteolytic activities in *Phaseolus* and *Vigna* leaves from sensitive and resistant plants. *Physiologia Plantarum*, 85: 90-96. 1992.
- SILVA, E.C. DA; MANSUR, R.J. C. N.; AZEVEDO NETO, A. D. DE ; SANTOS, V. F. DOS Comportamento estomático e potencial da água da folha em três espécies lenhosas cultivadas sob estresse hídrico. *Acta Botânica Brasileira*. Vol.17 no.2 São Paulo Abril/Junho, 2003.
- VASQUEZ-TELLO, A., Y. ZUILY-FODIL, A. T. PHAM THI & J. VIEIRA DA SILVA. Electrolyte and Pi leakages and soluble sugar content as physiological tests for screening resistance to water stress in *Phaseolus* and *Vigna* species. *Journal of Experimental Botany*, 41: 827-32. 1990.
- VIEIRA DA SILVA, J. Water stress, ultrastructure and enzymatic activity. In: *Ecological studies 19. analysis and synthesis*. LANGE, O. L., L. KAPPEN & E. -D. SCHULZE (eds.). Springer-Verlag, Berlin, Alemanha. pp. 207-224. 1976.