

Aspectos ecofisiológicos de dez espécies em uma área de caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil

Elizamar Ciríaco da Silva¹, Rejane Jurema Mansur Custódio Nogueira²,
André Dias de Azevedo Neto³, Júlio Zoe de Brito⁴ & Edna Lopes Cabral⁵

¹ Laboratório de Fisiologia Vegetal –UFRPE. Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE. eciriacobol@bol.com.br

² Departamento de Biologia, UFRPE. Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE. rmansur@hotmail.com.br

³ Departamento de Biologia, UFRPE. E-mail: azevedoneto@bol.com.br

⁴ Instituto Pernambucano de Pesquisa Agropecuária, Av. General San Martin, S/N, San Martin, Recife, PE. zoe@ipa.br

⁵ Universidade Federal de Pernambuco-UFPE. ednacabral2002@yahoo.com.br

RESUMO – Este trabalho teve como objetivo avaliar a transpiração (E), a resistência difusiva (Rs), a temperatura foliar (Tf), e o teor de prolina nas folhas em dez espécies da caatinga, no início da estação seca, em Cabaceiras, Paraíba, Brasil. Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, em um arranjo fatorial entre dez espécies (*Capparis flexuosa*, *Ziziphus joazeiro*, *Schinopsis brasiliensis*, *Croton sonderianus*, *Bauhinia cheilantha*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Maytenus rigida*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Croton campestris* e *Jatropha pohliana*) e quatro horários de avaliação (7, 10, 13 e 16 horas), com quatro repetições. Em geral a Tf manteve-se acima da temperatura do ar (Tar) em todas as avaliações. Foram observadas diferenças na magnitude dos valores de E entre espécies e horários de avaliação. *C. flexuosa* apresentou os maiores valores de E às 10 e 13 horas e os mais baixos valores foram observados em *C. campestris* e *J. pohliana*, sendo esta última espécie a que também apresentou as mais elevadas Rs. Variação nos teores de prolina nas folhas foi observada, sendo *C. pyramidalis*, *B. cheilantha* e *C. campestris* as espécies que apresentaram maiores concentrações desse aminoácido. As espécies estudadas utilizam diferentes mecanismos para sobreviver a períodos de déficit hídrico, através do controle estomático e ajustamento osmótico.

Palavras-chave: caatinga, transpiração, resistência difusiva, prolina.

ABSTRACT – **Ecophysiological aspects of ten species occurring in “caatinga” dry forest in Cabaceiras County, Paraíba State, Brazil.** In order to evaluate the transpiration (E), diffusive resistance (Rs), leaf temperature (Tf) and proline contents in ten species occurring in the “caatinga” dry forest in the beginning of the dry season, a research project was developed at Cabaceiras County, Paraíba State, in Brazil. A randomized design was used consisting of ten species (*Capparis flexuosa*, *Ziziphus joazeiro*, *Schinopsis brasiliensis*, *Croton sonderianus*, *Bauhinia cheilantha*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Maytenus rigida*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Croton campestris* e *Jatropha pohliana*, four hours of assessment (7, 10 a.m. and 13, 16 p.m.) with four replications. The Tf was higher than the air temperature for all assessments, but *Capparis flexuosa* maintained similar Tf values in the hottest hours of the day. Differences in the magnitude of values among species and hours of evaluation were observed. *C. flexuosa* presented the highest values of E at 10:00 a.m. and 1:00 p.m.. The shortest values of E were observed in *C. campestris* and *J. pohliana*. This latter specie showed the biggest Rs. Variation in proline contents in the leaves among the species was verified. *C. pyramidalis*, *B. cheilantha* and *C. campestris* showed the biggest proline concentration. The species studied use different ways to survive under water deficit periods through stomactic control and osmotic adjustment.

Key words: dry forest, “caatinga”, transpiration, diffusive resistance, proline.

Das formações do Nordeste brasileiro, a caatinga destaca-se por ocupar aproximadamente 935.000 km² (Sampaio & Rodal, 2000). Trata-se de uma vegetação rala e espinhosa, caracterizada predominate-

mente, pela completa caducifolia da maior parte de suas espécies, as quais são submetidas à deficiência hídrica durante a maior parte do ano, devido à baixa pluviosidade, má distribuição das chuvas, elevada

taxa de evapotranspiração e baixa capacidade de retenção de água dos solos, em geral rasos e pedregosos (Andrade Lima, 1989).

Geralmente as espécies de caatinga apresentam adaptações morfológicas e/ou fisiológicas que possibilitam a sobrevivência em condições de seca. Dentre essas, pode-se destacar o mecanismo de fechamento estomático, a redução da área foliar (Diniz, 1999), a senescência e a caducifolia (Santos & Carlesso, 1998), bem como o ajustamento osmótico (Nogueira, 1997).

O déficit de água nos tecidos, causado pela excessiva demanda evaporativa ou pelo suprimento de água no solo limitado, afetam todos os aspectos do crescimento e desenvolvimento dos vegetais (Krieg, 1993). O mecanismo de fechamento estomático, nos horários mais quentes do dia, constitui-se uma estratégia utilizada por muitas espécies que habitam regiões áridas e semi-áridas, para evitar a perda excessiva de água através da transpiração. Diversos fatores externos influenciam a transpiração na medida em que alteram a diferença de pressão de vapor entre a superfície da planta e o ar que a envolve, portanto, a transpiração intensifica-se com a diminuição da umidade relativa e com o aumento da temperatura do ar (Larcher, 2000).

Decréscimos do potencial osmótico devido ao acúmulo de solutos solúveis nas células constitui uma outra resposta ao estresse hídrico. O ajustamento osmótico produz um potencial hídrico foliar mais negativo, ajudando assim a manter o movimento de água para as folhas e conseqüentemente favorecendo a turgescência das mesmas (Hopkins, 1995). Dentre os solutos envolvidos no processo de ajustamento osmótico, a prolina tem aparecido na literatura como sendo um aminoácido particularmente sensível ao estresse (Martinez & Moreno, 1992; Nogueira, 1997; Hopkins, 1995, Larcher, 2000).

Devido à escassez de estudos envolvendo a ecofisiologia dessas plantas, este trabalho objetivou avaliar, no início da estação seca, o curso diário da transpiração (E), da resistência difusiva (Rs), da temperatura da folha (Tf), bem como a concentração de prolina nas folhas de dez espécies dessa região.

O trabalho foi realizado em uma área de caatinga localizada no município de Cabaceiras, Paraíba (latitude 7°16' S, longitude 36°14' W), com médias de temperatura e precipitação no mês em estudo de 23,7° C e 6,6 mm, respectivamente, no período de 25 a 28 de outubro de 2000. Foram selecionados, em uma área de aproximadamente 100 m², indi-

víduos de *Capparis flexuosa* L., *Ziziphus joazeiro* Mart., *Schinopsis brasiliensis* Engl., *Croton sonderianus* Muell Arg., *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud., *Caesalpinia pyramidalis* Tul., *Maytenus rigida* Mart., *Aspidosperma pyrifolium* Mart., *Croton campestris* A.St.-Hil. e *Jatropha pohliana* Muell. Arg., os quais estavam no mesmo estágio de desenvolvimento e próximos entre si. As medidas porométricas foram realizadas em folhas maduras e completamente expandidas, localizadas no terço médio das plantas, em um curso diário das 7 às 16 horas, em intervalos de 3 horas. A transpiração (E), a resistência difusiva (Rs), a temperatura da folha (Tf), a temperatura do ar (Tar), a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) e a umidade relativa do ar (UR), foram medidas utilizando-se um porômetro de equilíbrio dinâmico da LICOR, modelo LI-1600, durante três dias consecutivos. A determinação de prolina foi realizada nas mesmas folhas utilizadas na porometria, de acordo com a metodologia descrita por Bates *et al.* (1973). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Foram observadas diferenças significativas na Tf entre as espécies e horários de avaliação. Os maiores valores foram observados às 13 horas para a maioria das espécies, horário de maior temperatura do ar. *S. brasiliensis* apresentou o maior valor de Tf nesse horário, enquanto as demais espécies não diferiram entre si (Tab. 1). Para a maioria das espécies, a Tf permaneceu acima da Tar em todas as avaliações, variando de 0,1° C a 1,1° C. A literatura reporta que o aumento da temperatura da folha, em plantas estressadas, está relacionado com o aumento da resistência difusiva, em conseqüência da diminuição do conteúdo de água disponível no solo (Nogueira *et al.*, 1998; Mansur & Barbosa, 2000). Essa correlação foi verificada em *Z. joazeiro*, *S. brasiliensis* e *B. cheilantha* (Tab. 2).

Os maiores valores de Rs foram observados em *J. pohliana* e os menores em *C. flexuosa*, *Z. joazeiro*, *S. brasiliensis*, *C. sonderianus* e *B. cheilantha*, na maioria dos horários de avaliação observados. *J. pohliana* e *C. pyramidalis* aumentaram de forma significativa a Rs às 10 e 13 horas, respectivamente, enquanto as demais espécies não apresentaram diferença significativa na Rs entre os horários de avaliação (Tab. 1). De uma forma geral, o aumento da Rs nas plantas reduz a perda do vapor d'água e também a entrada de CO₂ essencial à fotossíntese. Dessa for-

ma, o horário em que a Rs se apresenta menor provavelmente é o horário em que sua fotossíntese é máxima. Essa redução, devido ao aumento na Rs, pode ser verificada no presente trabalho nas plantas de *J. pohliana* às 10 horas e *C. pyramidalis* às 13 horas. Aumentos na Rs de plantas de caatinga também foram observados por Nogueira *et al.* (1998), Mansur & Barbosa (2000) e Nogueira & Silva (2002).

Na maioria das espécies, as maiores taxas de transpiração, ocorreram às 10 horas. Os maiores valores foram observados em *C. flexuosa* e os menores em *J. pohliana*, evidenciando a correlação negativa existente entre as variáveis, Rs e E (Tabs. 1 e 2).

Não foram observadas diferenças significativas quanto aos valores de E ao longo do dia para *S. brasiliensis* e *C. campestris*.

O estresse geralmente aumenta a resistência difusiva ao vapor de água pelo fechamento dos estômatos, reduzindo a transpiração e conseqüentemente o suprimento de CO₂ para a fotossíntese (Nogueira *et al.*, 1998). Mas, esse comportamento só foi encontrado no presente trabalho para *C. pyramidalis* e *J. pohliana*, o que indica que a redução nos valores de E em algumas espécies deva-se mais à disponibilidade de água no solo do que ao controle estomático.

TABELA 1 – Valores médios da temperatura da folha (Tf), resistência difusiva (Rs) e transpiração (E) em dez espécies de uma área de caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, no início da estação seca (outubro/2000). Letras minúsculas iguais nas colunas e maiúsculas nas linhas para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Espécie	Tf (°C)			
	7 horas	10 horas	13 horas	16 horas
<i>Capparis flexuosa</i>	23,5 fC	28,1 dB	31,5 bA	31,0 aA
<i>Ziziphus joazeiro</i>	26,2 bcdC	28,4 dB	31,1 bA	30,8 aA
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	27,5 abC	28,5 dC	36,5 aA	31,5 aB
<i>Croton sonderianus</i>	24,8 defC	31,3 bcAB	32,2 bA	30,2 aB
<i>Bauhinia cheilantha</i>	27,6 abB	29,8 cdA	31,4 bA	31,2 aA
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	26,4 bcdC	33,6 aA	31,9 bB	30,3 aB
<i>Maytenus rigida</i>	27,1 abcC	32,62 abA	31,6 bAB	30,3 aB
<i>Aspidosmerma pyrifolium</i>	24,0 efC	28,6 dB	32,2 bA	30,8 aA
<i>Croton campestris</i>	25,5 cdeC	30,8 bcB	32,9 bA	30,1 aB
<i>Jatropha pohliana</i>	28,6 aB	30,9 bcA	31,5 bA	30,0 aAB

Espécie	Rs (cm.s ⁻¹)			
	7 horas	10 horas	13 horas	16 horas
<i>Capparis flexuosa</i>	1,06 cA	1,28 cA	2,69 dA	5,99 aA
<i>Ziziphus joazeiro</i>	2,85 cA	1,93 cA	4,27 cdA	4,40 aA
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	2,21 cA	2,58 cA	4,53 cdA	3,93 aA
<i>Croton sonderianus</i>	2,00 cA	2,05 cA	6,03 bcdA	6,25 aA
<i>Bauhinia cheilantha</i>	3,79 cA	2,96 cA	6,52 bcdA	6,34 aA
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	3,42 cB	4,03 bcB	10,48 bcA	4,80 aB
<i>Maytenus rigida</i>	7,24 bcA	5,95 bcA	6,46 bcdA	8,26 aA
<i>Aspidosmerma pyrifolium</i>	7,02 bcA	4,56 bcA	7,081 bcdA	9,10 aA
<i>Croton campestris</i>	12,01 bA	10,44 bA	12,12 bA	8,71 aA
<i>Jatropha pohliana</i>	28,90 aB	87,10 aA	25,57 aB	8,65 aC

Espécie	E (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)			
	7 horas	10 horas	13 horas	16 horas
<i>Capparis flexuosa</i>	2,86 aC	6,38 aA	4,09 aB	1,96 abC
<i>Ziziphus joazeiro</i>	1,98 abB	4,92 bA	2,57 bB	2,62 aB
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	2,80 aA	3,22 cA	2,44 bA	2,91 aA
<i>Croton sonderianus</i>	2,06 abB	4,98 bA	1,93 bcB	1,81 abB
<i>Bauhinia cheilantha</i>	1,65 bB	3,11 cdA	1,79 bcB	1,90 abB
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	1,60 bcBC	2,87 cdeA	1,13 cdC	2,33 abAB
<i>Maytenus rigida</i>	1,01 bcdB	2,03 defA	1,77 bcAB	1,35 bAB
<i>Aspidosmerma pyrifolium</i>	0,51 cdB	1,94 efA	1,62 bcA	1,21 bAB
<i>Croton campestris</i>	0,45 dA	0,97 fgA	1,16 cdA	1,23 bA
<i>Jatropha pohliana</i>	0,20 dB	0,10 gB	0,48 dAB	1,24 bA

TABELA 2 – Correlação simples entre a temperatura foliar (Tf), a resistência difusiva (Rs) e a transpiração (E) em dez espécies da caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, no início da estação seca (outubro/2000). ** Significativo pelo teste F ($P < 0,01$). ^{ns} Não significativo.

Espécie	Tf X Rs	Tf X E	Rs X E
<i>Capparis flexuosa</i>	0.6330 ^{ns}	0.0007 ^{ns}	-0.6181**
<i>Ziziphus joazeiro</i>	0.5748**	0.0276 ^{ns}	-0.6686**
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	0.8787**	-0.4713 ^{ns}	-0.6367**
<i>Croton sonderianus</i>	0.4886 ^{ns}	0.2803 ^{ns}	-0.6219**
<i>Bauhinia cheilantha</i>	0.6139**	0.0557 ^{ns}	-0.7031**
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	0.3698 ^{ns}	0.4070 ^{ns}	-0.6676**
<i>Maytenus rigida</i>	-0.3074 ^{ns}	0.8321**	-0.7112**
<i>Aspidosmerma pyriforme</i>	0.3258 ^{ns}	0.5835**	-0.5474**
<i>Croton campestris</i>	-0.0435 ^{ns}	0.7311**	-0.6192**
<i>Jatropha pohliana</i>	0.13058 ^{ns}	0.0096 ^{ns}	-0.7033**

Dentre as espécies estudadas, *C. pyramidalis* apresentou os maiores teores de prolina livre (61,14 mmol.kg⁻¹ de MS), sendo seguida de *B. cheilantha* (49,81 mmol.kg⁻¹ de MS) e *C. campestris* (26,98 mmol.kg⁻¹ de MS). As demais espécies apresentaram baixos teores de prolina, quando comparadas com estas (Fig. 1). *M. rigida*, *A. pyriforme* e *J. pohliana* apresentaram os valores mais baixos, sendo de 0,59 mmol.kg⁻¹ de MS, 1,18 mmol.kg⁻¹ de MS e 1,56 mmol.kg⁻¹ de MS respectivamente. Um marcado acúmulo de prolina livre tem sido observado em muitas espécies vegetais submetidas ao estresse hídrico (Nogueira, 1997; Martinez & Moreno, 1992). Este acúmulo pode representar um mecanismo de sobrevivência ao período de estresse, em função de um melhor ajustamento osmótico induzido por esse aminoácido. Quando em situação de baixa disponibilidade de água no solo, como ocorre durante a estação seca nas regiões áridas e semi-áridas,

as plantas necessitam reduzir o potencial hídrico de suas células para a manutenção da turgescência celular e esse ajuste se dá, especialmente, através do acúmulo de substâncias orgânicas que ajudam na osmorregulação, sendo a prolina uma dessas substâncias. Porém, as espécies demonstram diferença entre si nesse mecanismo, tanto na capacidade de osmorregulação, como na substância de acúmulo de maior representatividade para que esse processo ocorra. As espécies estudadas apresentam mecanismos diferenciados para a superação de períodos de seca, seja pela manutenção de altos valores de Rs como encontrados em *J. pohliana*, ou pelo ajustamento osmótico, como indicado por *C. pyramidalis*, *B. cheilantha* e *C. campestris*. As variáveis Rs, E e concentração de prolina são variáveis que podem ser utilizadas como indicadores de sensibilidade ao estresse hídrico e também devem ser utilizadas para estudos de diferenças interespecíficas em plantas de caatinga.

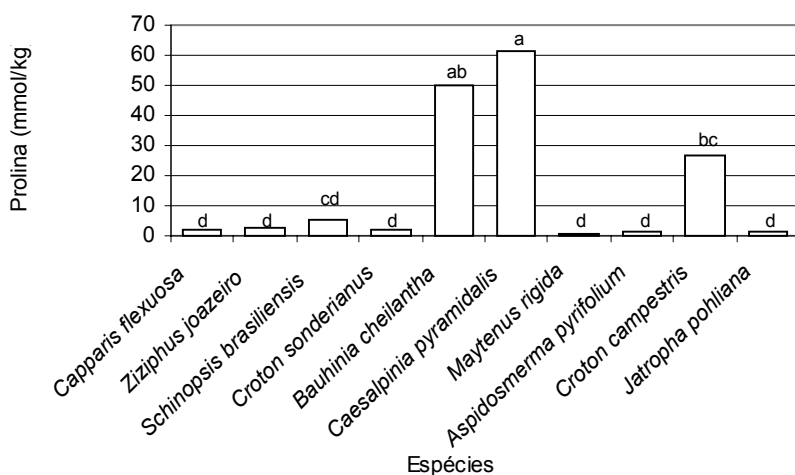


Fig.1. Concentração de prolina nas folhas em plantas de dez espécies da Caatinga, no Município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil, início da estação seca (Outubro de 2000). Letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE LIMA, D. 1989. **Plantas das Caatingas**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. 243 p.
- BATES, L. S.; WALDREN, R. P.; TEARE, I. D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. **Plant and Soil**, The Hague, v. 39, p. 205-207.
- DINIZ, M. C. M. 1999. **Desenvolvimento e rebrota da cunhã (*Clitoria ternatea L.*) sob estresse hídrico, em associação com fungos micorrízicos-*Bradyrhizobium***. 78f. Dissertação (Mestrado em Solos) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- HOPKINS, W. G. 1995. **Introduction to Plant Physiology**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 464p.
- KRIEG, D. R. 1993. Stress tolerance mechanisms in above ground organs. In: **Proceedings of the Workshop on Adaptation of Plants to Soil Stress**. Nebraska:INTSORMIL, p. 65-79.
- LARCHER, W. 2000. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RIMA, 531p.
- MARTINEZ, C. A., MORENO, U. 1992. Expresiones fisiológicas de resistencia a la sequia en dos variedades de papa sometidas a estress hídrico en condiciones de campo. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v. 4, n. 1, p. 33-38.
- MANSUR, R. J.; BARBOSA, D. C. A. 2000. Comportamento fisiológico em plantas jovens de quatro espécies lenhosas da caatinga submetidas a dois ciclos de estresse hídrico. **Phyton**, Vicente López, v. 68, p. 97-106.
- NOGUEIRA, R. J. M. C. N. 1997. **Expressões fisiológicas em aceroleiras (*Malpighia emarginata* D.C.) em condições adversas**. 207f. Tese (Doutorado em Ciências – Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- NOGUEIRA, R. J. M. C.; BARBOSA, D. C. A.; MORAES, J. A. P. V. 1998. Trocas gasosas e relações hídricas em plantas jovens envasadas de três espécies da caatinga, submetidas a deficiência de água. **Phyton**, Vicente López, v.62, n.1, p. 37-46.
- NOGUEIRA, R. J. M. C.; SILVA, E. C. da. 2002. Comportamento estomático em plantas jovens de *Schinopsis brasiliensis* Engl. cultivadas sob estresse hídrico. **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, v. 57, n. 1, p.31-38.
- SAMPAIO, E. V. S. B.; RODAL, M. J. N. 2000. Fitofisionomia da Caatinga. In: Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga. Petrolina, PE., p. 2-14. Documento para discussão no GP Botânica.
- SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. 1998. Déficit Hídrico e os Processos Morfológicos e Fisiológicos das Plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 287-294.