



## Fisiologia do guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*).

### I – Comportamento dos estômatos em plantas sob condições de campo

Manfred Willy Müller<sup>1</sup>, Regina Cele R. Machado<sup>2</sup> e Geraldo Gonçalves dos Reis<sup>3</sup>

#### Resumo

A abertura relativa dos estômatos (ARE) do guaranazeiro foi avaliada pelo método da infiltração de líquidos de diferentes tensões e pelo porômetro de difusão Delta MKII, constatando-se uma correlação significativa ( $r = 0,895$ ) entre os dois métodos. A ARE máxima foi atingida às 9 horas, persistindo até às 11 horas, quando houve uma contínua e sensível redução desses valores. A redução na ARE, a partir das 12 horas, deveu-se, provavelmente, à excessiva transpiração pelos tecidos foliares e à elevação da temperatura da folha, favorecendo o aumento da tensão do CO<sub>2</sub> na câmara subestomática. Tomadas em conjunto, estes resultados permitem concluir que é possível que o guaranazeiro se beneficie de níveis relativamente baixos de sombreamento, principalmente em locais onde o déficit hídrico na planta seja acentuado por influência de fatores climáticos como elevada temperatura e excessiva velocidade do vento.

Palavras-chave: *Paullinia cupana*, fisiologia, estômatos

## Physiology of guarana plants (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*).

### I – Stomatal behavior in plants under field conditions

#### Abstract

Stomatal behavior of guarana plants was monitored by both the diffusion porometer (Delta MKII) and liquid infiltration methods. Stomata are more open between 9 and 11 in the morning. Thereafter, stomatal aperture is steadily reduced. The stomata closure was correlated with an increase in leaf temperature and transpiration during the afternoon. There was a significant correlation ( $r = 0.895$ ) between the diffusion porometer and liquid infiltration methods for stomatal aperture measurements. The results indicate that the guarana plant can benefit from relatively low levels of shade, principally in regions where the water deficit in the plant is increased by climatic factors such as high temperatures or strong winds.

Key words: *Paullinia cupana*, physiology, stomata

<sup>1</sup> Divisão de Agronomia, Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC) Caixa Postal 7, 45600, Itabuna, Bahia, Brasil.

<sup>2</sup> Divisão de Botânica, CEPEC.

<sup>3</sup> Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido, Caixa Postal 48, 66.000, Belém, Pará, Brasil.

### Introdução

O guaranazeiro, em cultivos exclusivos, tem sido submetido a ambientes diversos de seu habitat. Entre outros, este fato afeta o balanço hídrico da planta, produzindo déficit interno de água, principalmente durante os primeiros estádios de desenvolvimento. Em geral, o déficit interno de água na planta afeta diretamente o seu crescimento (Ritchie, 1974) por modificações anatômica, morfológica, fisiológica e bioquímica (Kramer, 1969). O déficit hídrico na planta é produzido tanto por deficiência de água no solo quanto por perda excessiva de água pela transpiração em relação a absorção pelas raízes (Slatyer, 1969). Entretanto, cada um desses parâmetros é influenciado por fatores ambientais e por características da própria planta (Heatherly, Russel e Hinckley, 1977).

Os estômatos atuam como reguladores da perda de água pela transpiração, respondendo ao déficit pelo fechamento a um nível crítico de potencial de água na folha (Ackerson, 1980; Begg e Turner, 1976; Ehlig e Gardner, 1964; Hsiao, 1973) o qual varia com espécies (Beadle et al., 1973), com a idade e posição da folha na copa (Carlson et al., 1979).

Neste trabalho, acompanhou-se o movimento dos estômatos, no guaranazeiro, visando conhecer o seu comportamento em diferentes habitats.

### Materiais e Métodos

Os dados foram coletados em guaranazeiros, cultivados a pleno sol, da coleção de matrizes do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (CPATU)

Belém, PA (plantas com 20 anos de idade) e no Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), Ilhéus, BA (planta com 3 anos de idade). Foram determinadas a abertura relativa dos estômatos (ARE), utilizando-se a técnica de infiltração de líquidos com diferentes tensões superficiais, aperfeiçoada por Alvim e Havis (1954), e a resistência difusiva estomática (RD) determinada com o porômetro de difusão Delta MKII. A solução infiltrante utilizada consistiu de uma mistura de óleo nujol e querozene em 11 concentrações, em ordem crescente de penetrabilidade, a partir de 100, 90, 80% etc., de nujol para 0,10, 20% etc., de querozene (Quadro 1). As determinações foram efetuadas a intervalos de uma hora, das 6 às 19 horas, no CPATU, e das 7 às 18 horas no CEPEC. Foram escolhidas a terceira e quarta folhas, a partir da extremidade dos ramos emergentes, totalmente expostas ao sol. As soluções foram aplicadas com um conta-gotas, na superfície abaxial de três dos folíolos de cada folha, esperando-se 30 segundos para fazer a leitura. A infiltração foi considerada como positiva quando apareceram manchas

Quadro 1 - Soluções infiltrantes e valor da abertura relativa dos estômatos (ARE) em folhas de guaranazeiro.

ARE	Porcentagem	
	Nujol	Querozene
1	0	100
2	10	90
3	20	80
4	30	70
5	40	60
6	50	50
7	60	40
8	70	30
9	80	20
10	90	10
11	100	0

translúcidas nos pontos de aplicação. Fazia-se paralelamente a leitura da resistência difusiva com o porômetro de difusão, no lado adjacente da mesma superfície abaxial do folíolo em que se aplicava a solução infiltrante.

Além dessas determinações foram tomados dados de temperatura (T), umidade relativa do ar (UR) e intensidade de luz (IL). Os dados de temperatura e umidade do ar foram obtidos de postos meteorológicos próximos às áreas experimentais. A intensidade de luz foi tomada, junto às folhas, no momento das determinações, com um luxímetro Weston 756.

Realizou-se também análise de correlação entre os dados de resistência difusiva e a ARE.

### Resultados e Discussão

Os estômatos do guaranazeiro, tanto nas condições do CPATU quanto nas do CEPEC, começaram a abrir logo após o nascer do sol e atingiram o máximo de abertura relativa de 9 às 12 horas e, a partir de então, entraram em processo gradativo de fechamento (Figs. 1 e 2). Nas condições do CEPEC, a resistência estomática vai aumentando gradualmente até às 16 horas, daí aumenta muito rápido e atinge um valor máximo (9 seg.

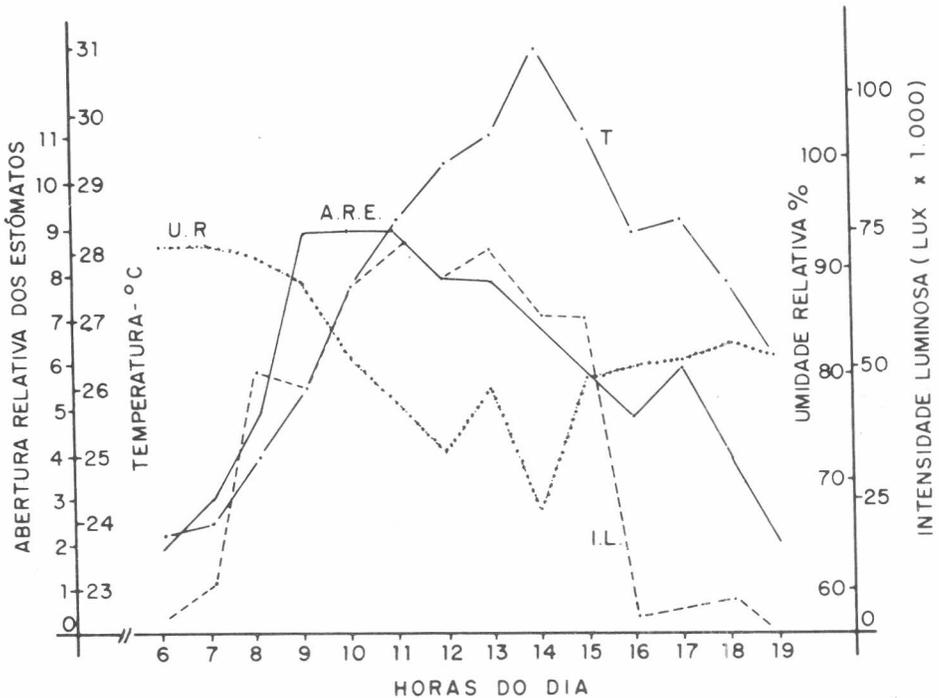


Figura 1 — Efeito da luminosidade (IL), umidade relativa do ar (UR) e temperatura (T) na abertura relativa dos estômatos (ARE) em folhas de guaranazeiro, no período de 6 às 19 horas. CPATU, Belém, PA.

cm<sup>-1</sup>) por volta das 18 horas, quando os estômatos fecham completamente devido à redução na intensidade de luz (Fig. 3). Observa-se também que a resistência difusiva eleva-se no período de 11 às 12 horas, indicando um parcial fechamento estomático, o que não se consegue observar pela curva da abertura relativa dos estômatos. Esta divergência de resultados é plenamente justificável, uma vez que a determinação da resistência difusiva é um método muito mais sensível comparado com o sistema de infiltração, conseguindo-se, desta forma, detectar até mesmo pequenas variações de abertura dos estômatos (Fig. 3). O fechamento parcial dos estômatos, a partir das 12 horas, quando a luminosidade

ainda está alta, pode ser causado principalmente pelo déficit hídrico produzido por perda excessiva de água pela transpiração. Por outro lado, pode ser causado também pelo aumento de concentração de CO<sub>2</sub> na câmara subestomática, em decorrência da elevação de temperatura da folha.

Na maioria das mesófitas, o fechamento parcial dos estômatos, sob condições de alta demanda evaporativa, constitui um mecanismo de escape à deficiência hídrica (Wilson e Davies, 1979). Pode ser que o guaranazeiro possua esse tipo de mecanismo pelo fato de fechar parcialmente os estômatos, logo ao meio-dia, em dias ensolarados e com suficiente água no solo. Pode-se supor que, nes-

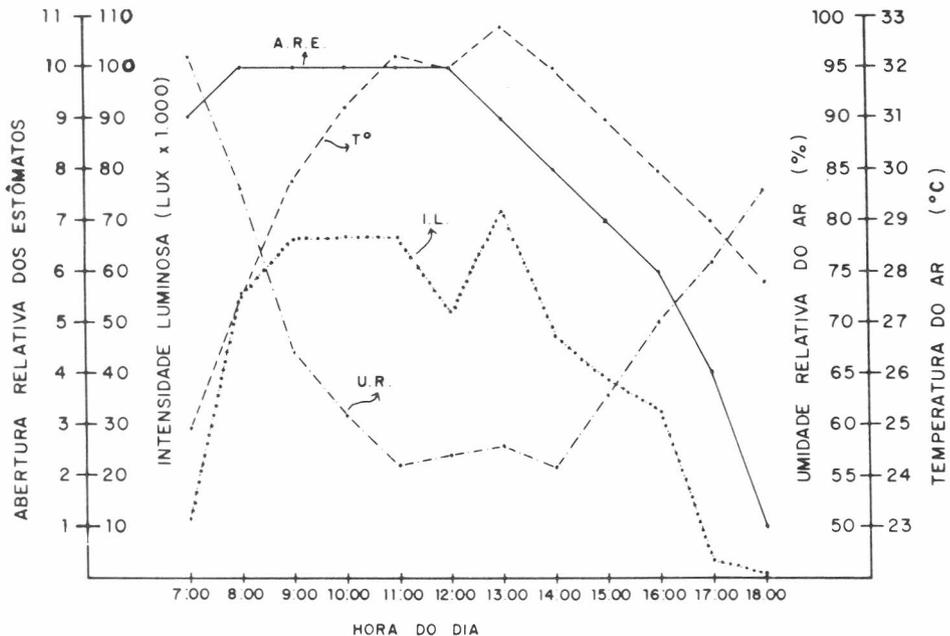


Figura 2 - Efeito da luminosidade (IL), umidade relativa do ar (UR) e temperatura (T) na abertura relativa dos estômatos (ARE) em folhas de guaranazeiro, no período de 7 às 18 horas. CEPEC, Ilhéus, BA.

te caso, o mecanismo seja de adaptação, no caso de cultivos exclusivos, devido ao excesso de luminosidade. Entretanto, observa-se também que, mesmo quando a intensidade de luz diminui, por volta das 11 às 12 horas, os estômatos permaneceram abertos (Fig. 2). Isto indica que o estado de água na folha parece atuar como fator primário no controle de fechamento e abertura dos estômatos nas condições de iluminação não limitante; contudo, fortes intensidades de luz também parecem influir. Resultados similares foram encontrados em cafeeiro por Alvim e Havis (1954) e por Maestri e Vieira (1958). Já nas condições de Belém (Fig. 1), nesse mesmo horário, os estômatos iniciavam o processo de fechamento. Isto pode ser explicado pelo fato dos

guaranazeiros do CPATU serem mais velhos, com maior porte, onde a defasagem entre a absorção e transpiração é mais acentuada, especialmente entre as 11 e 12 horas.

A umidade relativa do ar pareceu ter pouca influência no comportamento estomático do guaranazeiro, uma vez que não se observaram modificações acentuadas na abertura relativa nas horas de mais baixa umidade do ar no CPATU e no CEPEC (Figs. 1 e 2).

Nesse trabalho, observou-se que os métodos de "resistência difusiva" e "infiltração" foram significativamente correlacionados ( $r = 0,895$ ), o que justifica o uso de qualquer um dos dois em trabalhos dessa natureza. Esses resultados con-

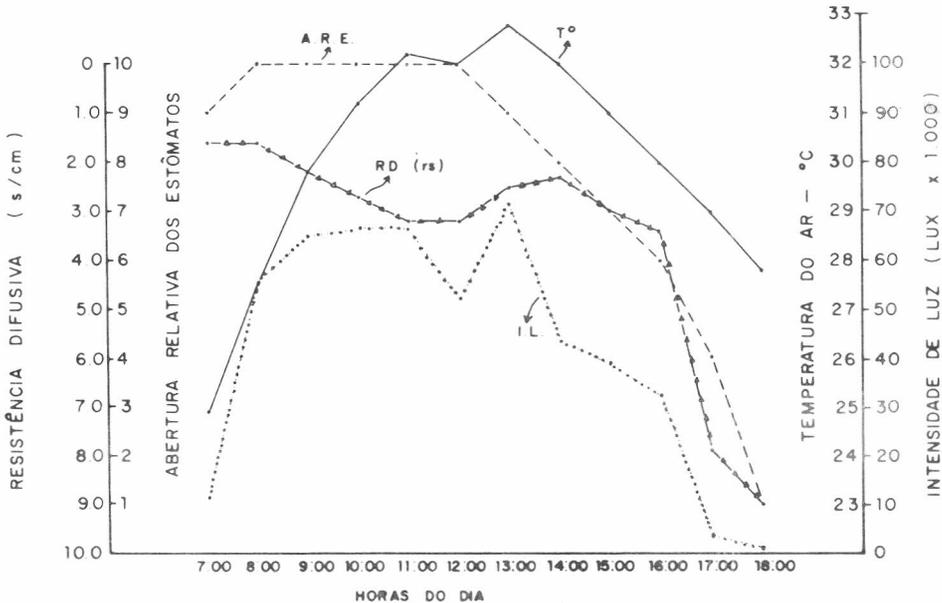


Figura 3 - Efeito da temperatura (T) e intensidade de luz (IL) sobre a resistência difusiva (RD) e abertura relativa dos estômatos (ARE) em folhas de guaranazeiro no período de 7 às 18 horas. CEPEC, Ilhéus, BA.

cordam com os de Noreshet e Stanhill (1965), que observaram alta correlação ( $r = 0,89$ ) entre o logaritmo da resistência ao fluxo da massa de ar e o índice de infiltração em folhas de algodoeiro. Contudo, é interessante observar que, apesar da determinação da resistência difusiva ser um excelente método para avaliar o grau de abertura estomática, apresenta a desvantagem de ser aparelhagem de difícil aquisição, devido ao preço e condição de importação. Dessa forma, o método de infiltração poderá ser utilizado na falta de aparelhagem tipo porômetro de difusão.

Pelos resultados obtidos nas condições desse trabalho, é possível especular que a atividade fotossintética do guaranázeiro, mesmo nas estações chuvosas, com suficiente abastecimento de água ao solo, e em dias claros, apresenta-se diminuída de sua total potencialidade, por estarem as plantas temporariamente submetidas a déficits hídricos, altas temperaturas e intensidades luminosas, promovendo o fechamento parcial dos estômatos. Sugere-se, portanto, que sejam desenvolvidos outros trabalhos envolvendo estudos de espaçamento e sombreamento no guaranázeiro.

#### Literatura citada

- ALVIM, P. de T. and HAVIS, J.R. 1954. An improved infiltration series for studying opening as illustrated with coffee. *Plant Physiology* 29:97 - 98.
- ACKERSON, R.C. 1980. Stomatal response of cotton to water stress and abscisic acid as affected by water stress history. *Plant Physiology* 65:455 - 459.
- BEADLE, C.L. et al. 1973. Diffusive resistance, transpiration, and photosynthesis in single leaves of corn and sorghum in relation to leaf water potential. *Canadian Journal of Plant Science* 53:537 - 544.
- BEGG, J. E. and TURNER, N.C. 1976. Crops water deficits. *Advances in Agronomy* 28:161 - 217.
- CARLSON, R. et al. 1979. Leaf conductance and leaf water potential relationships for two soybean cultivars grown under controlled irrigation. *Agronomy Journal* 71: 321 - 325.
- EHGLIG, C.T. and GARDNER, W.R. 1964. Relationship between transpiration and the internal water relations of plants. *Agronomy Journal* 56: 127 - 130.
- HEATHERLY, L.G., RUSSELL, W.J. and HINCKLEY, F.M. 1977. Water relations and growth of soybeans in drying soil. *Crops Science* 17:381 - 386.
- HSIAO, T.C. 1973. Plant responses to water stress. *Annual Review of Plant Physiology* 24: 519 - 570.
- KRAMER, P.J. 1969. *Plant and soil water relationship: A modern synthesis*. New York, McGraw - Hill. 482 p.
- MAESTRI, M. e VIEIRA, C. 1958. Movimento de estômatos de café, sob condições naturais. *Revista Ceres (Brasil)* 10:324 - 331.
- MORESHET, S. and STANHILL, G. 1965. The relationship between leaf resistance to mass air flow and infiltration score in the cotton crops. *Annals of Botany* 29:625 - 633.
- RITCHIE, J.F. 1974. Atmospheric and soil water influences on the plant water balance. *Agricultural Meteorology* 14:183 - 198.

- SLATYER, R.O. 1969. Physiological significance of internal water relations to crop yield. *In* Eastin, J.O. et al., eds. Physiological aspects of crop yield. Madison, American Society of Agronomy. pp. 53 - 83.
- WILSON, J.A. and DAVIES, W.J. 1979. Farnesol-like antitranspirant activity and stomatal behaviour in maize and sorghum lines of differing drought tolerance. *Plant Cell and Environmental* 2:49 - 57.

☆☆☆