

MA - DNPEA
INSTITUTO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO NORTE
(IPEAN)

SERIE: BOTÂNICA E FISILOGIA VEGETAL

COMPORTAMENTO HÍDRICO
DA PIMENTA DO REINO
[PIPER NIGRUM L.]

Vicente H. F. Moraes
Therezinha X. Bastos

VOLUME 1

NÚMERO 2

ANO 1972

BELÉM - PARA - BRASIL

MA - DNPEA
INSTITUTO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO NORTE
(IPEAN)

SERIE: BOTÂNICA E FISILOGIA VEGETAL

COMPORTAMENTO HÍDRICO
DA PIMENTA DO REINO
[PIPER NIGRUM L.]

Vicente H. F. Moraes *

Therezinha X. Bastos **

(*) — Pesquisador em Agricultura. Setor de Botânica e Fisiologia Vegetal do IPEAN. Bolsista do Conselho Nacional de Pesquisas. Termo de Contrato nº 10.592.

(**) — Chefe do Setor de Climatologia Agrícola do IPEAN. Bolsista do Conselho Nacional de Pesquisas. Termo de Contrato nº 14.622.

Este trabalho foi executado graças ao suporte financeiro oriundo de convênios que o Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte — IPEAN mantém com a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia — SUDAM, possibilitando a divulgação de técnicas e resultados de pesquisas, que visam sobretudo à resolução de problemas básicos da agricultura amazônica.

Vicente H. F. Moraes *
Theracina X. Bastos **

*** — Pesquisador em Agronomia, Setor de Botânica e Fisiologia Vegetal do IPEAN, Bolista do Conselho Nacional de Pesquisas, Termo de Convênio nº 10.262.
** — Catedrático do Setor de Genética e Evolução do IPEAN, Bolista do Conselho Nacional de Pesquisas, Termo de Convênio nº 10.262.

COMPORTAMENTO HÍDRICO DA PIMENTA DO REINO

(*Piper nigrum* L.)

MORAES, V. H. F.

BASTOS, T. X.

SINOPSE: Na estação menos chuvosa, em julho de 1970, foram determinados os parâmetros fisiológicos relativos à transpiração, conteúdo, d'água foliar, déficit de saturação foliar e abertura estomática em diferentes horas do dia, em pimenteiras adultas cultivadas com e sem cobertura morta de serragem.

As plantas sem cobertura morta apresentaram maior restrição de transpiração e maiores déficits de saturação foliar que as cultivadas com cobertura morta, embora o conteúdo d'água no solo sem cobertura estivesse apenas um pouco abaixo do conteúdo d'água do solo com cobertura.

De acôrdo com o comportamento hídrico verificado na pimenta do reino, pode-se classificar essa cultura como moderadamente resistente à seca, apresentando um mecanismo típico de escapamento à desidratação dos tecidos por uma eficiente redução de transpiração com o fechamento dos estômatos.

As folhas do lado Norte, mais atingidas pelo Sol, apresentam déficits de saturação foliar sensivelmente maiores que as folhas do lado Sul, e êsse fato é correlacionado com a menor produção de frutos, verificada no quadrante Nordeste.

Com a perda de 8,8% do conteúdo d'água original a fotossíntese aparente é anulada.

É possível prever um aumento da produção com a irrigação controlada, em áreas com déficits hídricos anuais maiores que os verificados em Belém, e sugere-se verificar experimentalmente o efeito sôbre a produção da orientação Norte-Sul, para as linhas de plantio.

INTRODUÇÃO

Estudos de balanços hídricos, realizados no IPEAN, segundo o método de Thornthwaite 1955, revelaram que, nas diferentes áreas onde a pimenta do reino é cultivada no mundo, há grandes variações nas condições hídricas (Moraes e Bastos, 1972).

Em Djakarta, na Indonésia, o déficit hídrico anual foi calculado em 245mm. Em Tomé-Açú, no Estado do Pará, o déficit é de 360mm. Déficit hídricos anuais ainda mais elevados foram encontrados para Hambatota no Ceilão, com 636mm e na Índia, de 300mm a 840mm.

Em Belém, no Pará, e em Colombo, no Ceilão, os défits são bem reduzidos, na ordem de 30mm. anuais.

A maior parte do cultivo da pimenta do reino, no mundo, é feita com sombreamento, ou utilizando-se tutores vivos. Na Índia é encontrada, quase sempre, em consorciação com outras culturas. Nessas condições, a perda de água por transpiração das folhas da pimenta é reduzida, e assim se explica o seu cultivo em condições de défits hídricos tão elevados, como os acima referidos.

Na Amazônia a cultura da pimenta do reino é feita com tutoramento de estacões, adubação orgânica e mineral pesada e sem sombreamento: nestas condições, os rendimentos tem se revelado superiores aos de outras áreas.

A pimenta do reino, como o cacau, cresce no seu habitat natural, no sub bosque das florestas tropicais, e do mesmo modo que o cacau, exige maior quantidade de nutrientes quando cultivada a céu aberto, obtendo-se, no entanto, um acréscimo sensível nos rendimentos.

Com referência ao cacau, sabe-se que as plantas jovens exigem sombreamento pela incapacidade de suprir as folhas com água suficiente, em condições de transpiração alta, devido ao pequeno volume, de solo explorado pelo sistema radicular em desenvolvimento.

Para o cacau, conta-se com apreciável soma de dados informativos referentes às relações hídricas (Alvim, P. de T.,

1960), ao passo que para a pimenta do reino não se dispõe de dados a respeito, a não ser a correlação existente entre a redução da precipitação pluviométrica e o início da floração, (Maistre, J., 1964) e que o excesso de precipitação é prejudicial durante a floração (Martin e Gregory, 1962).

Os dados apresentados neste trabalho são uma contribuição ao conhecimento da economia d'água na pimenta do reino, havendo necessidade de estendê-los com estudos a serem realizados em outros locais e em diferentes épocas do ano.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas, para estudo, plantas adultas em franca produção, de pimental do IPEAN, cujo plantio foi realizado de modo usual na Amazônia, com tutoramento de estações, no compasso de 3x3 metros.

Os dados de campo foram coletados na estação menos chuvosa, em julho de 1970.

O andamento diurno da transpiração, conteúdo d'água foliar, Déficit de Saturação foliar e Abertura Estomática foram determinados, para efeitos comparativos, em plantas com cobertura morta de serragem e sem cobertura, com capina a enxada das plantas invasoras. As folhas para estudo foram escolhidas da parte exterior não sombreada, a cerca de 1,50m de altura. Não foi realizado um ciclo completo de 24 horas de observações, porque a partir das 18 horas a transpiração e a evaporação descem a valores fora do alcance do limite de precisão da balança de torsão, conduzindo a erros grosseiros na determinação da Transpiração Relativa principalmente, e por outro lado, logo após as 18 horas, as folhas se recompõem do Déficit de Saturação, atingindo logo o máximo de turgidez.

1 — *Água no solo* : O Conteúdo d'água, Capacidade de Campo, e Ponto de Murcha Permanente foram determinados segundo as técnicas rotineiras, citadas em Valio et al. (1966). Apesar da importância discutível do Ponto de Murcha, êle é aqui incluído como ponto de referência, à falta de elementos para um estudo dos parâmetros termodinâmicos da água no solo.

2 — *Radiação solar* : Determinada em Actinógrafo Fuess, instalado no Setor de Climatologia Agrícola do IPEAN, a cêrca de 600 metros do pimental.

3 — *Temperatura e umidade relativa* : Êsses dados foram registrados em Termohigrógrafo Belfort, instalado a 1,50m do solo, no pimental.

4 — *Balanço Hídrico segundo Thornthwaite* : Foram utilizadas as médias mensais de precipitação e temperatura, obtidas no Setor de Climatologia do IPEAN, aplicando-se o método de cálculo de Thornthwaite 1955 com 125mm para capacidade e armazenamento do solo.

5 — *Poder Evaporante do ar* : Utilizou-se o método gravimétrico, em modificação do evaporímetro de Piche, descrito por Labouriau et al. (1961). As determinações foram feitas simultâneamente com as pesadas sucessivas das fôlhas.

6 — *Conteúdo d'água Foliar* : Determinado com base no pêso sêco em estufa a 100°C, empregando-se a expressão :

$$\text{C.A. \%} = \frac{(\text{pêso fresco} - \text{pêso sêco}) 100}{\text{pêso sêco}}$$

7 — *Déficit de Saturação Foliar* (Índice de Stocker) : As fôlhas foram colocadas em câmaras de saturação individual, para determinação do pêso saturado, e pesadas a cada 2 horas. O D.S.% foi determinado em plantas com e sem cobertura morta, sendo as fôlhas coletadas um pouco antes das fôlhas usadas para determinar a transpiração. No dia seguinte, foram coletadas, ao mesmo tempo, fôlhas do lado Norte e do lado Sul, em planta sem cobertura morta, determinando-se o D.S.% em amostras de 10 fôlhas.

8 — *Abertura Estomática* : Determinada pela série dos líquidos infiltrantes de Alvim e Havis (1954).

9 — *Transpiração* : Determinada em balança de torção Jung, pelo método das pesadas rápidas, com intervalos de 3 minutos entre as pesadas. Os valores utilizados nos gráficos se referem à primeira diferença de pêso.

R E S U L T A D O S

1 — *Água no Solo*: O quadro 1 apresenta os valores obtidos para o Conteúdo d'água do Solo, com base no pêso sêco, em estufa a 110°C, Capacidade de Campo e Ponto de Murcha Permanente, em amostras colhidas a 0-10cm e 10-20cm de profundidade. O solo com cobertura morta apresenta valores mais elevados de Conteúdo d'água, Capacidade de campo e Ponto de Murcha. Como é sabido, a cobertura morta, além do efeito reduzir as perdas de umidade no solo diminuindo a evaporação, aumenta também a capacidade de retenção, através do aumento do teor de matéria orgânica.

QUADRO 1 — Água do Solo

	Profundidade cm	Conteúdo d'Água %	Capacidade de campo %	Ponto de murcha Per- manente %
Solo com Cobertura	0 - 10	22,8	25,0	8,7
	10 - 20	23,0	24,8	8,2
Solo sem Cobertura	0 - 10	16,6	23,0	7,3
	10 - 20	17,4	22,6	7,1

2 — *Dados fisiológicos*: O gráfico 1 apresenta os valores encontrados para a transpiração, poder evaporante do ar e transpiração relativa, em plantas com cobertura morta. A partir das 11 horas da manhã verifica-se uma restrição da transpiração, que se estende até cerca das 15 horas, conforme pode ser verificado pela transpiração relativa.

Nas plantas sem cobertura morta, (gráfico 2) a restrição é mais intensa, com um máximo por volta do meio dia, voltando a transpiração relativa a elevar-se ao mesmo nível das primeiras horas da manhã, a partir das 15 horas.

O gráfico 5 apresenta um exemplo do comportamento de uma fôlha em pesadas sucessivas.

A redução da transpiração, melhor avaliada pela transpiração relativa, é consequência da diminuição da abertura estomática. De acôrdo com o quadro 2, há concordância entre os valôres mais baixos de abertura estomática e da transpiração relativa.

Os valôres que expressam a abertura estomática se referem ao número da mistura Xilol/Nujol com mais alta porcentagem de Nujol, capaz de penetrar nas fôlhas.

QUADRO 2 — Abertura Estomática

H o r a s	Plantas sem cobertura morta	Plantas com cobertura morta
6:30	9	—
6:43	—	9
7:15	10	—
7:23	—	10
8:45	10	—
8:56	—	10
9:20	8	—
9:31	—	10
10:50	6	—
10:57	—	9
11:20	5	—
11:26	—	7
13:30	5	—
13:37	—	7
15:45	7	—
15:52	—	8
16:15	8	—
16:22	—	8
17:15	6	—
17:21	—	7
18:00	2	—
18:08	—	2

No gráfico 3 estão expressas as variações diurnas do Conteúdo d'água foliar e do Déficit de Saturação.

Verifica-se que nos dois casos, o Conteúdo d'água diminui a partir das 8 horas atingindo um mínimo ao redor das 12 horas, o que coincide com a restrição da verificada na transpiração. A redução no Conteúdo d'água corresponde aumento do Déficit de Saturação foliar.

Nas plantas sem cobertura morta, os Déficits de Saturação são mais elevados e há maior redução no Conteúdo d'água.

As amostras para determinação do Conteúdo d'água, Déficit de Saturação e Transpiração foram sempre tomadas em fôlhas atingidas pelo sol.

Na planta sem cobertura morta, onde foram comparados os Déficits de Saturação de fôlhas do lado Norte, mais atingidos pelo sol durante o dia, na época em que foram tomados os dados de campo, e de fôlhas do lado sul (gráfico 4), apresenta notável diferença, com D.S.% mais elevados nas fôlhas do lado Norte, apresentando os mesmos valores das fôlhas usadas para compor o comportamento hídrico diurno (gráfico 3, plantas sem cobertura morta), ao passo que nas fôlhas do lado sul, os déficits não chegam a atingir 2%.

No teste em que se verificou a influência da perda de água pelas fôlhas sobre a fotossíntese, quando as fôlhas reduziram o Conteúdo d'água (em relação ao peso seco) de 273% para 240%, a fotossíntese aparente foi anulada. Transformando-se esses dados para porcentagem de perda d'água em relação ao conteúdo original chega-se ao valor de 8,3%.

3 — *Dados climáticos* : O quadro 3 contém os valores da temperatura e umidade relativa do ar, coincidindo o período de menor umidade relativa e maior temperatura, com a restrição verificada na transpiração, redução no Conteúdo d'água foliar e correspondente acréscimo no Déficit de Saturação.

O gráfico 6 refere-se ao balanço hídrico segundo Thornthwaite 1955, para o ano de 1970, em Belém, tendo sido detectado por esse método apenas um ligeiro Déficit Hídrico no solo. Nêsse ano não houve pròpriamente um período de estiagem, como nos anos anteriores.

Os valôres registrados da intensidade de radiação solar estão contidos no quadro 4.

CONCLUSÕES

1 — A pimenta do reino comporta-se como planta moderadamente resistente à sêca, através de um típico mecanismo de escapamento (avoidance, conforme Levit, 1964).

2 — As fôlhas apresentam um elevado Conteúdo d'Água e baixos valôres de Déficit de Saturação (gráfico 3).

3 — O mecanismo de escapamento à sêca nos tecidos foliares deve-se a regulação da abertura estomática (quadro 2) pelo fechamento hidropassivo dos estômatos.

4 — A transpiração cuticular é baixa (gráfico 5) sendo a epiderme foliar recoberta por camada de cêra.

5 — Pequena redução na disponibilidade de água no solo (quadro 1) pode influir na transpiração (gráficos 1 e 2) e no C.A.% e D.S.% (gráfico 3). Esta observação é mais uma evidência em favor da tese que afirma não estar a água do solo igualmente disponível entre a Capacidade de Campo e Fônto de Murcha Permanente.

6 — A perda d'água pelas fôlhas restringe a fotossíntese O valôr encontrado (8,8%) para o limite da porcentagem de perda d'água a partir do qual a fotossíntese aparente é anulada, é muito pròximo dos 9,7% encontrados por Alvim et al. (1965).

7 — A intensidade de radiação solar, aumentando o poder evaporante do ar, tem maior influência sôbre o comportamento hídrico da pimenta do reino, que o conteúdo d'água

QUADRO 3 — Valores de temperatura do ar e umidade relativa

Horas	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
T.°C	23,0	22,9	24,0	25,0	27,2	30,0	31,5	32,0	31,0	31,0	31,0	28,5	27,0
U.R.%	100	100	99	98	82	74	60	58	61	60	68	80	81

QUADRO 4 — Radiação solar em Cal/cm²/min.

Horas	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Radiação Solar	0,02	0,05	0,20	0,90	1,10	1,14	1,05	0,45	0,70	0,82	0,70	0,33	0,06

A radiação solar foi menor à tarde, devido ao aumento da nebulosidade.

no solo. Em uma mesma planta nas folhas do lado sul, menos atingidas pelo sol o Déficit de Saturação é muito mais baixo que nas folhas do lado Norte (gráfico 4). Os valores mais altos do D.S.% nas folhas do lado Norte, correspondem a porcentagem de perda d'água capazes de restringir a fotossíntese.

DISCUSSÃO

Nas condições de Belém, há ampla disponibilidade hídrica durante o ano, com pequenos déficits hídricos, a julgar por estudos climáticos (Pereira, Xavier e Rodrigues, 1970).

Pelo comportamento fisiológico da pimenta do reino verifica-se que mesmo com boa disponibilidade de água no solo, essa espécie restringe a transpiração nas horas de maior poder evaporante do ar. No entanto, ela é cultivada em áreas de elevados déficits hídricos anuais, até acima de 600mm (Moraes e Bastos, 1972). Trata-se no entanto de áreas onde a cultura é feita com sombreamento, reduzindo-se portanto, a transpiração. Em cultura a pleno sol, em áreas de déficits hídricos anuais elevados é possível a adaptação biológica da cultura, dado o seu mecanismo de escapamento, porém o crescimento e a produção serão certamente diminuídos.

Mesmo em áreas com déficits hídricos anuais moderados é possível prever um *aumento da produção através da irrigação* na cultura a pleno sol, respeitando-se um intervalo em que as irrigações seriam suspensas, para que se desenvolvesse uma redução do potencial hídrico das plantas, aparentemente necessário para indução da floração.

A diferença encontrada entre as folhas do lado Norte e as do lado Sul, sugerem fortemente como explicação para a menor produção de frutos verificada no quadrante Noroeste, por Sumida e Albuquerque (1971) que a maior perda de água pelas folhas desse quadrante conduz ao fechamento dos estômatos durante a maior parte do dia e, em última instância, à carência de carboidratos para o crescimento dos fru-

tos, devida a redução da fotossíntese. O Conteúdo d'Água foliar elevado é uma indicação de que a fotossíntese é reduzida através do aumento de resistência estomática à difusão do CO₂ e não a baixa hidratação dos tecidos foliares.

Ainda o elevado Conteúdo d'Água foliar indica que a queda dos frutos em desenvolvimento, mais acentuada no quadrante NE, não é devida à carência. No mês de julho de 1970, quando foram obtidos os dados de campo aqui apresentados, já se verificava a queda dos frutos, mais acentuada no quadrante Noroeste das plantas.

Seria interessante verificar o efeito da orientação das linhas de plantio sôbre a produção. É de se prever que a orientação Norte Sul, com menor espaçamento nêsse sentido, ou mesmo com tutoramento em forma de espaldares, no sentido NS, de modo que haja maior sombreamento de uma planta sôbre o outro nêsse sentido, seja também uma medida válida para a obtenção de maiores colheitas.

Há necessidade de complementar os dados apresentados com o estudo do comportamento hídrico da pimenta do reino em período de estiagem mais pronunciada, em Belém, e em outros locais onde ocorrem déficits hídricos anuais mais elevados, como Tomé-Açú.

A B S T R A C T S

WATER RELATIONS IN BLACK PEPPER (*Piper nigrum* L.)

At the end of the rainy season, in Belém, Pará, Brazil, a study of the water relations in black pepper was undertaken, including the determinations of transpiration, leaf water content, leaf water deficit, stomatal aperture, and meteorological parameters, as solar radiation, relative humidity, air temperature and soil water conditions.

These studies were performed in plants cultivated with saw dust mulching and in bare soil.

The soil under mulching had a higher water content and the plants in bare soil showed a higher midday restriction of transpiration.

Net photosynthesis is stopped when 8,8% of the original water content in leaves is lost.

Leaves in northern side loose more water through transpiration than the leaves in southern side. The saturation deficits are higher in northern leaves, and the stomata close earlier. This may explain the young fruit drop and lower production found in the actions facing NW direction, as due to a decrease in net photosynthesis.

It is suggested that with irrigation, in localities where the annual water deficit (Thornthwaite) is higher than in Belém, an increase in production might be expected.

Otherwise, it would be worth to determine experimentally whether a NS direction to the planting lines would also contribute to a higher yield.

REFERÊNCIAS

- ALVIM, P. de T. & HAVIS, J.R. (1954) An improved infiltration series for studying Stomatal opening as illustrated with coffee. *Plant. Physiol.* 29: 97-98.
- PINTO, C.M.D. & BARBOSA, J.V.A. (1965) Determinação da resistência à desidratação pela medida da fotossíntese. In XVI Congresso da Sociedade de Botânica do Brasil, citado em Alvim, P. de T. (1967) *Ecophysiology of the cacao tree*. Conf. internat. recherches agron. cacaoyères. Abidjan. 15-20 nov. Paris 1965.
- (1960) Las necesidades de água del cacao. *Turrialba (Costa Rica)* 10 (1): 12-18.
- LABOURIAU, L.F.G. BEZERRA, J.G. & SALGADO, J.M.L. (1961) Transpiração de *Schizolobium parahyba* (Vell) Toletto I — Comportamento na estação chuvosa, nas condições de Caeté, Minas Gerais, Brasil. *An Acad. Brasil. Ci* 33 (2): 237-58.
- LEVIT, J. (1960) Hardiness and the survival of extremes: A uniform System for measuring resistance and its two components In *Environmental Control of Plant Growth*. Evans L. T. (éd) Acme. Press. 449p.

- MAISTRE, J. (1964) Les Plantes a Épices. G.P. Maison neuve et Larose (éd) Paris 248p.
- MARTIN, F.W. & GREGORY, L.L. (1962) Mode of pollination and factors affecting fruit set in *Piper nigrum* in Puerto Rico. *Grop. Sci.* 2 (4): 295-99.
- MORAES, V.H.F. e BASTOS, T.X. (1972) Viabilidade e limitações climáticas para as culturas permanentes, semi-permanentes e anuais com possibilidades de expansão na Amazônia Brasileira, in Zoneamento Agrícola da Amazônia (1ª Aproximação) Bol. Técnico do IPEAN nº 54. Belém, 1972.
- PEREIRA, F.B. XAVIER, T.M. & RODRIGUES, J.S. (1970) Anuário Agrometeorológico v. 3,18 tabs. 7 grafs. IPEAN Ministério da Agricultura. Belém-Pará.
- SUMIDA, T. & ALBUQUERQUE, F.C. (1971) Análise da alta produtividade em pimenta do reino. IPEAN. Série Fitotecnia. 2 (1) 22p.
- VALIO, I.F.M. MORAES, V.H.F. MARQUES, M. & CAVALCANTE, P. (1966). Estudo comparativo do balanço d'água de *Hymenaea stigonocarpa* Mart. e *Hymenaea stilbocarpa* Hayne em condições de cerrado, na estação sêca, *An. Acad. bras. Ci.* 38:261-76.

mg/dm²/min

100

95

90

85

80

75

70

65

60

55

50

45

40

35

30

25

20

15

10

5

0

TRANSPIRAÇÃO
RELATIVA (T/E%)

%(T/E)

50

45

40

35

30

25

20

15

10

5

0

EVAPORAÇÃO

TRANSPIRAÇÃO

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

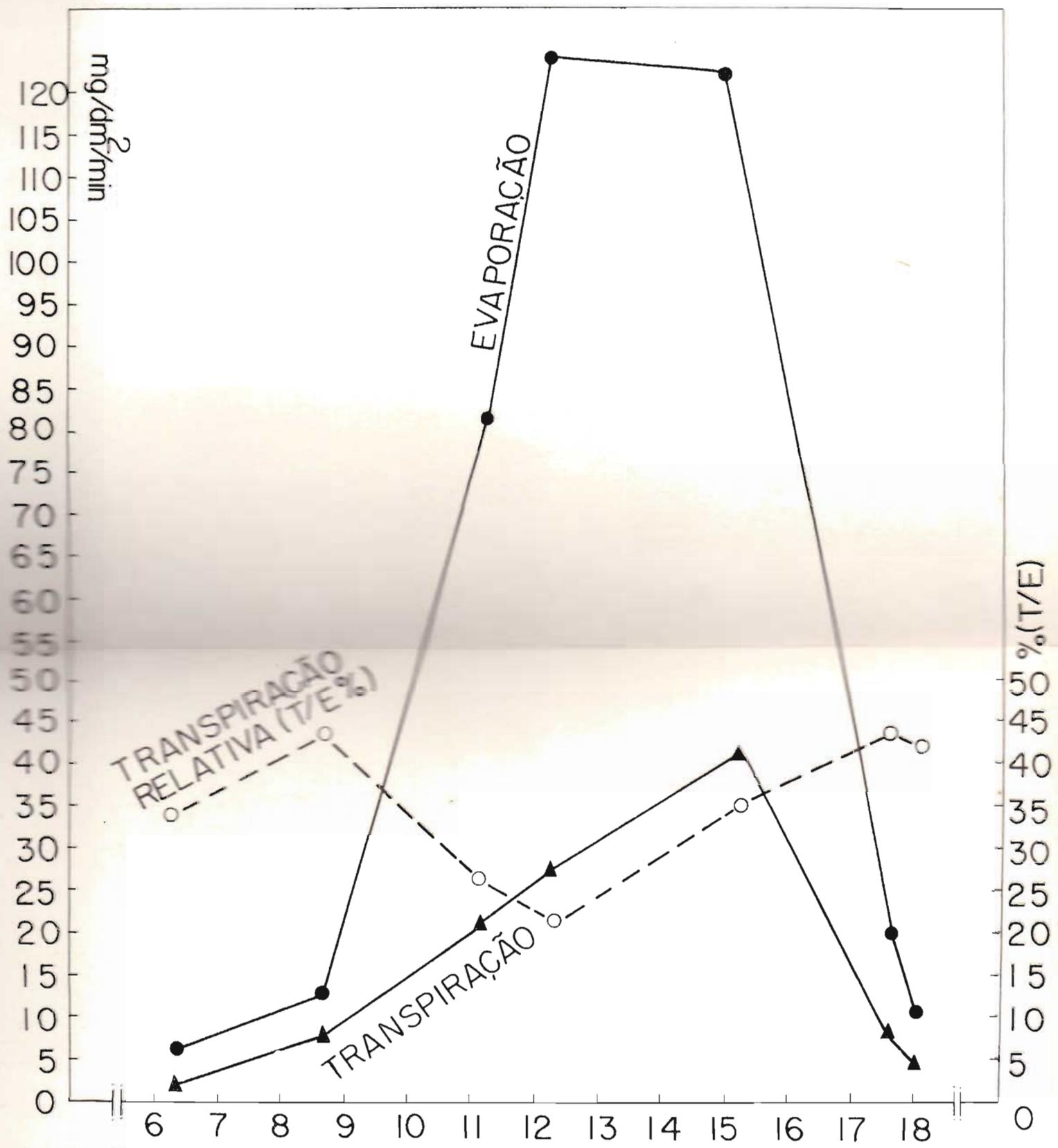
16

17

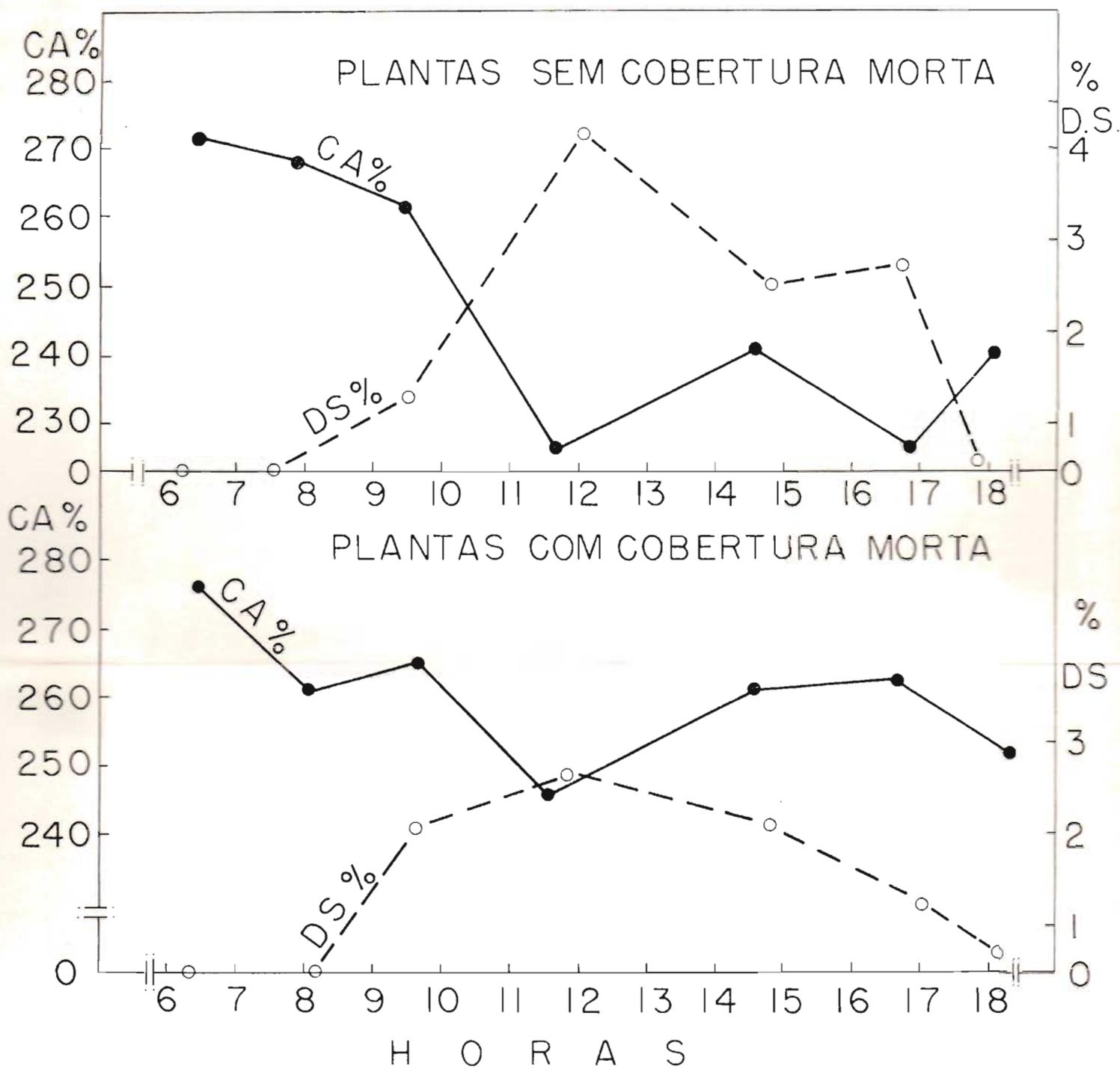
18

H O R A S

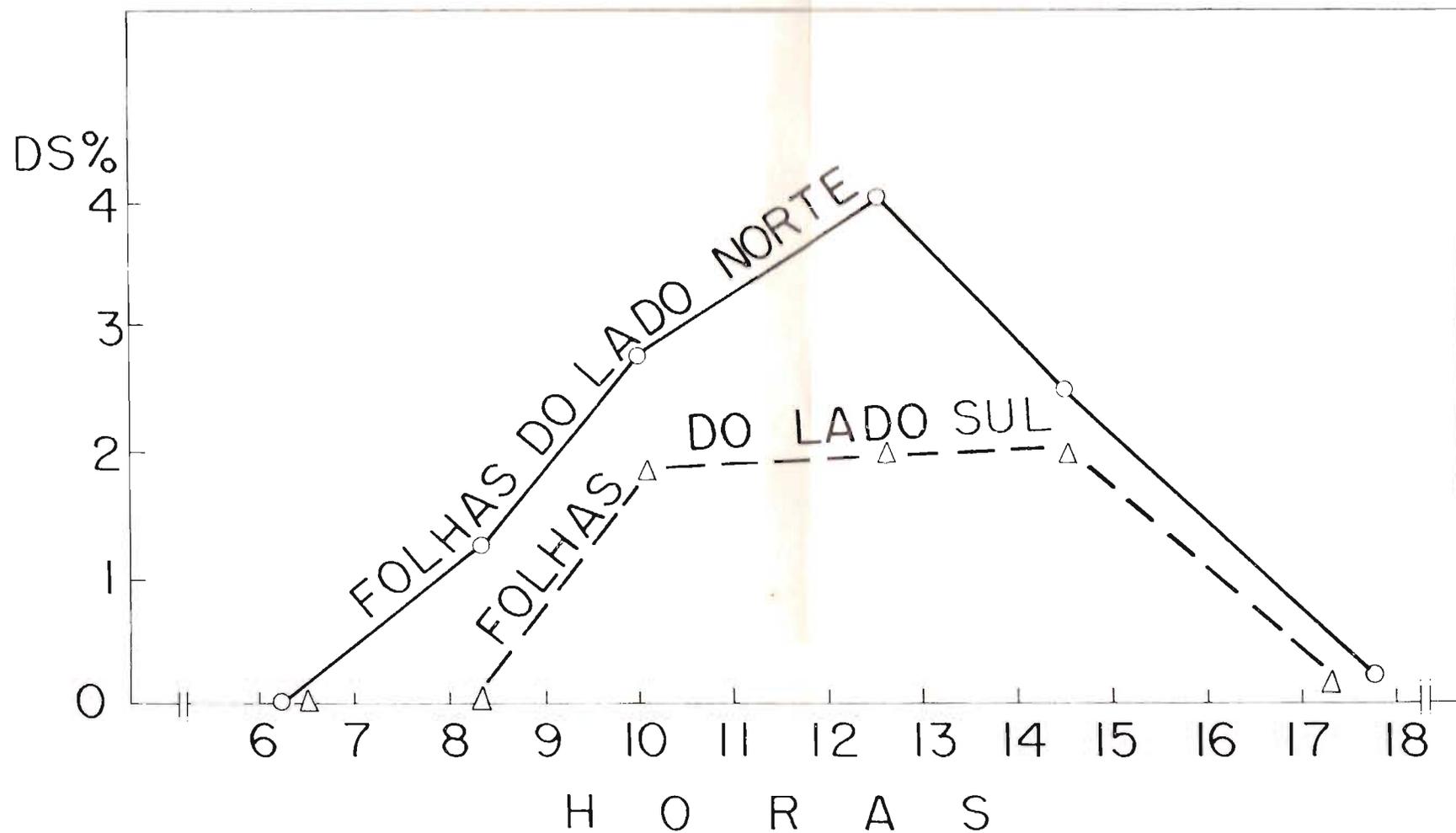
GRAF I-Andamento da evaporação e da transpiração em plantas com cobertura morta



GRÁF 2 - Andamento da evaporação e da transpiração em planta sem cobertura morta

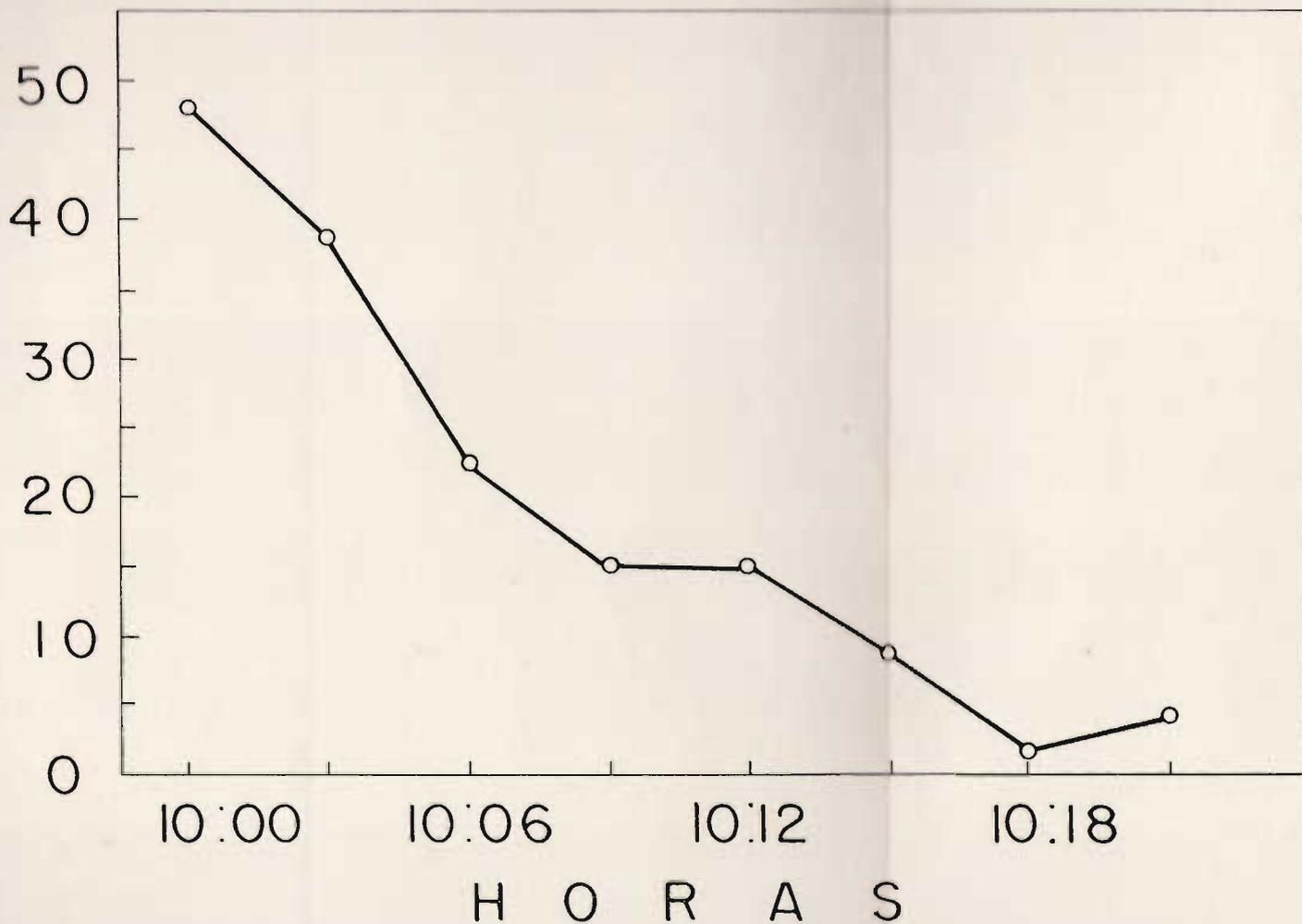


GRAF. 3 - Conteúdo d'água (CA%) e deficit de saturação foliar (DS%)

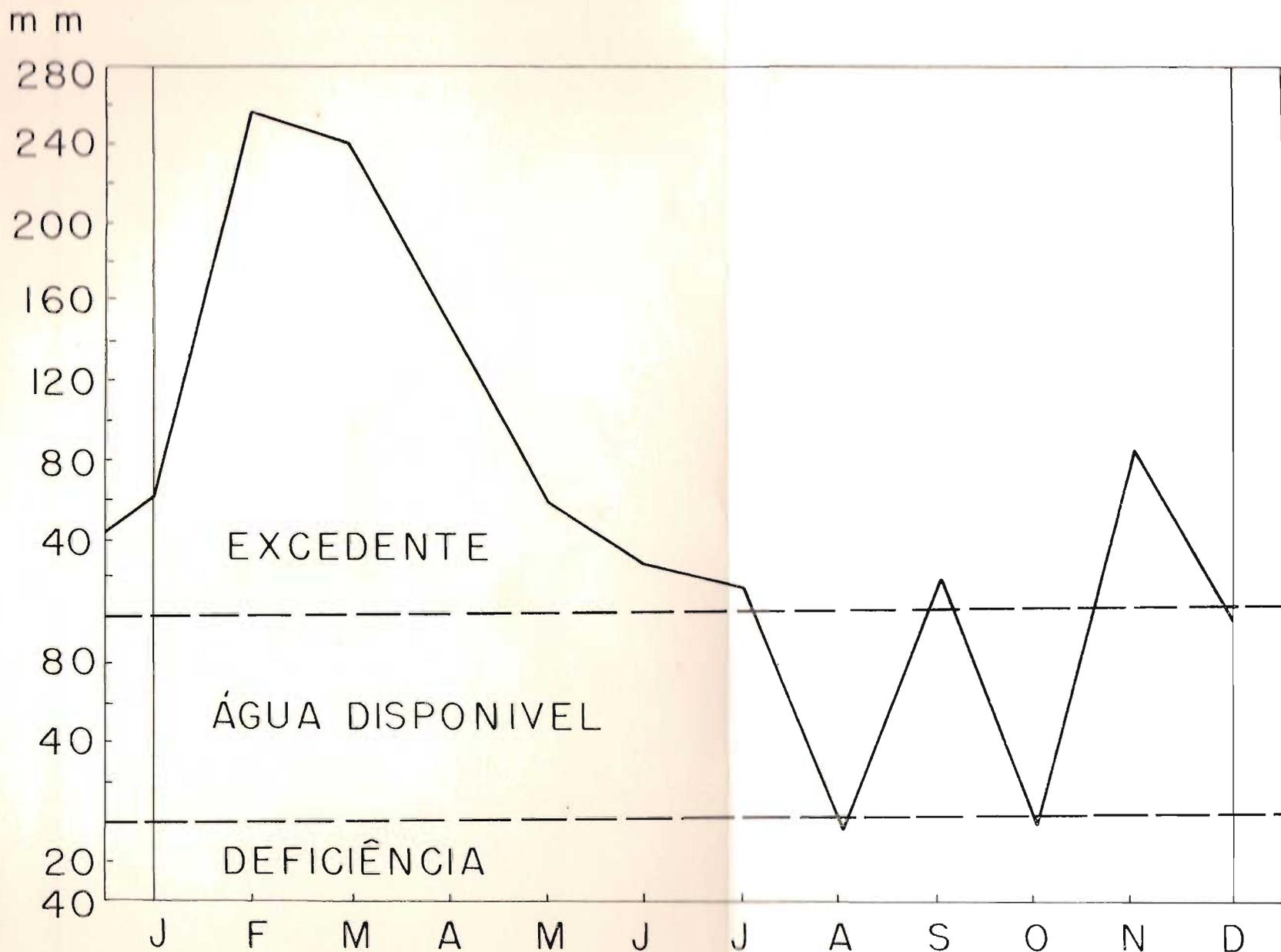


GRAF. 4 – Deficit de saturação foliar, em folhas do lado da sombra e do lado do sol.

T/E %



GRAF.5 Transpiração relativa de uma
fôlha, em pesadas sucessivas.
de 3 minutos de intervalo



GRAF. 6

Curso anual da disponibilidade hidrica segúndo metodo de Thornthwaite para a região de Belém em 1970