

EDUARDO VELARDE TOLEDO

ENGENHEIRO - AGRÔNOMO

Titular da Cátedra de Fruticultura, da Faculdade de Agronomia e Veterinária
da Universidade de Guayaquil, Equador

**CONTRIBUIÇÃO AO CONHECIMENTO DO BALANÇO HÍDRICO DA
LARANJEIRA VALÊNCIA [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]
SÔBRE TRÊS DIFERENTES PORTA-ENXERTOS**

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura «Luiz de Queiroz» da
Universidade de São Paulo, para obten-
ção do título de «Magister Scientiae»

PIRACICABA
SÃO PAULO - BRASIL

1 9 6 9

APROVADA:

_____ Orientador

_____ Examinador

_____ Examinador

_____ Examinador

_____ Examinador

À
memória de meu pai

À
minha mãe e irmãos

HOMENAGEM

À
minha esposa e filhinho

DEDICO

BIOGRAFIA DO AUTOR

LUIS EDUARDO VELARDE TOLEDO , filho de Anibal Velarde García e Amélia Toledo de Velarde, nascido em Guayaquil , Equador , aos 19 dias do mês de maio de 1937 . Em 1966 , obteve o diploma de Engenheiro-Agrônomo na Faculdade de Agronomia e Veterinária da Universidade de Guayaquil, Equador. Por seu trabalho de Tese de Grau, para obter o título de Engenheiro-Agrônomo, recebeu o prêmio "Universidade de Guayaquil" . Desde fevereiro, de 1964 , trabalha no programa de fruticultura do Ministério de Agricultura e Ganadeira do Equador, desempenhando atualmente a chefia do mencionado programa. Em 1967 , ingressou na Faculdade de Agronomia e Veterinária, da Universidade de Guayaquil, na qualidade de Professor de Fruticultura.

C O N T E Ú D O

	Página
1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2 - <u>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u>	3
3 - <u>MATERIAIS E MÉTODOS</u>	10
3.1 - Plantas estudadas	10
3.2 - Solo	11
3.3 - Fatores meteorológicos	13
3.4 - Transpiração e movimento hidroativo dos estômatos	17
3.5 - Velocidade da transpiração cuticular	19
3.6 - Déficit de saturação das fôlhas	19
3.7 - Análise estatística	20
4 - <u>RESULTADOS</u>	24
4.1 - <u>ÉPOCA CHUVOSA</u>	24
4.1.1 - Andamento diário da temperatura, umidade relativa, evaporação, ten- são de vapor e luminosidade	24
4.1.2 - Andamento diário da transpiração total	31
4.1.3 - Velocidade da transpiração cuti- cular	43

	Página
4.1.4 - Déficit de saturação das fôlhas	43
4.1.5 - Movimento hidroativo dos estômatos ...	47
4.2 - ÉPOCA SÊCA	55
4.2.1 - Andamento diário da temperatura, umidade relativa, evaporação, ten- são de vapor e luminosidade	55
4.2.2 - Andamento diário da transpiração total	62
4.2.3 - Velocidade da transpiração cuti- cular	74
4.2.4 - Déficit de saturação das fôlhas	74
4.2.5 - Movimento hidroativo dos estômatos ..	77
4.3 - ANÁLISE ESTATÍSTICA	86
4.3.1 - Andamento diário da transpiração total	86
4.3.2 - Déficit de saturação das fôlhas	98
5 - <u>DISCUSSÃO E CONCLUSÕES</u>	109
5.1 - CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS	109
5.2 - FATÔRES METEOROLÓGICOS	112
5.2.1 - Época chuvosa	113
5.2.2 - Época sêca	115

	Página
5.3 - BALANÇO HÍDRICO	116
5.3.1 - Andamento diário da transpiração	117
5.3.1.1 - Época chuvosa	117
5.3.1.2 - Época sêca	118
5.3.2 - Rapidez do fechamento hidroativo dos estômatos e transpiração cu- ticular	121
5.3.3 - Déficit de saturação das folhas	124
5.4 - ANÁLISE ESTATÍSTICA	127
5.4.1 - Andamento diário da transpiração total	127
5.4.2 - Déficit de saturação das folhas	131
6 - <u>AGRADECIMENTOS</u>	136
7 - <u>RESUMO</u>	137
8 - <u>SUMMARY</u>	140
9 - <u>BIBLIOGRAFIA</u>	143
10 - <u>APÊNDICE</u>	152

1 - INTRODUÇÃO

O conhecimento da quantidade de água retirada do solo pelos vegetais é de grande interesse, principalmente para os estudos sobre a economia hídrica das plantas cultivadas.

As plantas mais comumente cultivadas têm sido bem estudadas no tocante às suas exigências de água, especialmente em regiões em que esta atua como fator limitante da produção.

É sabido que a capacidade que têm as plantas de restringir sua transpiração, em condições precárias de suprimento de água às folhas, é um importante fator da sua resistência às condições de seca. Entretanto, em relação às plantas cultivadas, as pesquisas desta natureza, em condições de campo, são muito escassas.

Em relação às plantas cítricas, as investigações sobre o balanço hídrico têm sido praticamente nulas, não só no Brasil, mas em todo o mundo, o que é de se lamentar, tendo em vista a importância econômica de tais plantas.

Um dos aspectos mais importantes do conhecimento do balanço hídrico das plantas cítricas, é o fato de que a Laranja Caipira (Citrus sinensis, Osbeck), excelente porta-enxerto, é altamente sensível às condições de seca. (48). Este comportamento fisiológico reflete-se na produção e na qualidade dos frutos, acarretando, por conseguinte, consequências econômicas, não tendo sido suficientemente conhecido até o presente. Por outro lado, há plantas cítricas altamente resistentes à seca, como, por exemplo, o Limão Cravo (48), também ótimo porta-enxerto.

Estes fatos, de grande importância, nos sugeriram uma investigação sobre as causas do comportamento da Laranja Caipira, como porta-enxerto, e da Laranja Valência, quando sobre ela enxertada.

Sabe-se, também, que Poncirus trifoliata é considerada uma espécie de resistência, à sêca, intermediária entre os dois porta-enxêrtos anteriormente mencionados (31) .

O presente trabalho tem em vista estudar o balanço hídrico comparativo entre as plantas cítricas citadas, com o objetivo de procurar uma possível causa da falta de resistência à sêca, pela Laranja Caipira, assim como estudar a sua influência sôbre a variedade enxertada.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os primeiros estudos sôbre a transpiração e o balanço de água de plantas brasileiras são devidos a RAWITSCHER (55) . Esse autor salienta o papel importante que os estudos de transpiração desempenham na compreensão do balanço de água das plantas, fator de especial significação para a vegetação espontânea e cultivada do Brasil, onde a água, muitas vêzes, atua como fator limitante.

FERRI, 1944 (14) estudando a transpiração de plantas permanentemente dos cerrados, constatou que a maioria delas transpira sem restrição, durante todo o dia, no início como no fim da época seca. RACHID, 1947 (54) , estudou o balanço hídrico das plantas que vegetam nos cerrados, durante o verão, isto é, durante a época das chuvas. Como regra geral, constatou a autora que as plantas de raízes superficiais possuem reação estomática muito acentuada.

HENRICI (28) comparou dados de transpiração e absorção de diversas espécies de Eucalyptus . Entre as mais interessantes observações, verificou que folhas novas de Eucalyptus stuartiana , em condições de grande umidade do solo, nunca fechavam seus estômatos, transpirando livremente. Esta observação concorda com as de VILLACA e FERRI, 1954 (76) , que estudaram Eucalyptus tereticornis . O mesmo autor observou, em outro trabalho (29) , que algumas espécies de Eucalyptus restringem consideravelmente a transpiração, durante secas acentuadas.

FRANCO e INFORZATO, 1950 (18) em uma cultura de café , com espaçamento de 3,5 metros, obtiveram um consumo de 5.935 m³ por hectare, por ano. Para bananeira, cultivada com espaçamento idêntico, MORELLO, 1953 (45) encontrou um consumo anual, por hectare , de 4.900 m³ .

FRANCO e INFORZATO, 1950 (19.a) investigando Eucalyptus saligna, mediram a transpiração em diversas épocas do ano e calcularam a quantidade de água retirada do solo, anualmente, por esta essência florestal. Concluíram que 75.000 m³ de água eram retirados por hectare, por uma cultura de Eucalyptus saligna com 7 anos de idade e com espaçamento de dois metros. Os mesmos autores, posteriormente, 1952 (19.b), tendo comparado o método então utilizado (pesagem rápida de folhas destacadas das plantas), com o de determinação da perda de água por plantas inteiras, envazadas, verificaram a necessidade de reduzir essa cifra para a de 49.000 m³.

VILLACA e FERRI, 1954 (76) estudaram a transpiração, em plantas isoladas de Eucalyptus tereticornis, e constataram que, nas condições do experimento, não houve restrição do consumo de água durante todo o dia para nenhum tipo de folha estudada. Encontraram valores de transpiração total de uma grandeza de 55 a 65% da evaporação. Estes, são menores que os constatados por RAWITSHCER e FERRI, 1942 (58) para Cedrela fissilis e café (até 75%) e da mesma ordem de grandeza que os valores obtidos por MORELLO, 1953 (45) para a bananeira (50 a 60%).

MEGURO e FERRI, 1956 (40), realizaram estudos sobre o balanço hídrico de cana de açúcar, de modo especial sobre a transpiração.

FRANCO e INFORZATO (20), afirmam que se pode calcular a quantidade total de água transpirada por uma planta, uma vez determinadas a sua superfície foliar e a transpiração, por unidade de área de folha. Entretanto, as dificuldades técnicas que envolvem a determinação da quantidade de água, transpirada por uma cultura, são tão grandes e os fatores que influem sobre o fenômeno são tantos e de tal modo variáveis, que os resultados obtidos nestes estudos devem ser considerados como indicadores, apenas, da ordem de grandeza do fenômeno.

BARTHOLOMEW (4) , afirmou que as duas faces das fôlhas de citrus, têm capacidades transpiratórias muito diferentes, em virtude de que a face abaxial está abundantemente provida de estômatos, enquanto a face adaxial os possui somente sobre a nervura principal, e em número reduzido.

A transpiração de fôlhas de Laranja "Shamouti" e de grapefruit "Marsh Seedless" , foi estudada, em condições de seca extrema , em um pomar, na Palestina por MENDEL, 1951 (42) . Os estudos foram feitos no outono, em plantas que não haviam sido irrigadas durante todo o verão. Concluiu o autor que, nas condições do trabalho, o porta-enxerto exerce uma pronunciada influência sobre o andamento da transpiração e sobre o fechamento dos estômatos das variedades enxertadas sobre ele.

REUTHER et al , (61) afirmam que os estômatos variam em densidade, em fôlhas de árvores de citrus , em diferentes áreas geográficas. Na Califórnia , BAHGAT , 1923 , demonstrou que certas espécies e variedades de citrus tinham uma densidade estomática maior nas localidades quentes e áridas. MONSELISE , (44) achou que as fôlhas-de-sol de uma árvore de Laranja Shamouti possuía $531 \pm 9,6$ estômatos por mm^2 , enquanto as das fôlhas-de-sombra tinham a densidade de $412 \pm 11,5$ estômatos por mm^2 .

REUTHER et al (61) , no trabalho citado, afirma que o tamanho dos estômatos, em citrus varia entre as espécies. TURREL (71) determinou os comprimentos e as larguras médias dos poros estomatais de plantas cítricas, obtendo os seguintes resultados, respectivamente:

Limão Eureka :	7,04 x 3,08 μ
Marsh grapefruit :	8,06 x 2,08 μ
Laranja Valência :	8,91 x 3,80 μ
Laranja Bahia :	4,78 x 2,32 μ

O mesmo autor, mais tarde (72) determinou a área total da folhagem e a área superficial da copa de árvores de laranja Valência (*C. sinensis* [L.] Osbeck) de várias idades. Estes dados mostraram que em cada árvore a área da superfície da copa era bem menor do que a área total das folhas, havendo, portanto, considerável sobreposição das folhas na folhagem. Assim, a área da superfície da copa em uma árvore de três anos de idade era de cerca da metade da área total da sua folhagem (51%). Em árvores mais velhas, as áreas da copa eram ainda menores, em relação à área total das folhas, representando cerca de 31,3% a 32,5% desta.

REUTHER et al (op. cit.) afirma que não é conhecida a extensão em que as limitações de luz retardam o crescimento de árvores ou de frutos. Mas, TURREL (op. cit.) mostrou que área foliar mínima (2,3 m²) necessária para produzir um quilograma de fruto é encontrada nas árvores de 9 anos de idade, e que uma razão para a decrescente eficiência nas árvores mais velhas pode bem ser a limitação da luz.

BARTOLOMEW (3) mediu a transpiração de folhas intactas de laranja e limão, adaptando, às folhas recipientes de vidro clorêto de cálcio anidro e determinando os acréscimos de peso do clorêto de cálcio, por absorção da água transpirada. A intensidade da transpiração da face abaxial das folhas foi várias vezes maior que a da adaxial. Em escuridão artificial, a intensidade da transpiração decresceu em muito maior porcentagem na face inferior do que na superior indicando que os estômatos eram funcionais e respondiam às variedades de luz. Quando a transpiração foi medida na ordem inversa, isto é, primeiro no escuro e depois à luz, ele achou que a hora do dia (efeitos de temperaturas) não era o fato primordial de alteração da transpiração. A face superior das folhas de citrus são virtualmente sem estômatos e a transpiração é, assim, largamente cuticular. A dife -

rença entre a transpiração à luz e no escuro é, por conseguinte, nesta face, muito menor do que na face inferior, com seus numerosos estômatos.

MENDEL (42) trabalhando com plantas cítricas, não irrigadas, mostrou que árvores enxertadas sobre Limão Rugoso, tiveram alta intensidade transpiratória e grande abertura estomática. Árvores sobre porta-enxerto Lima Doce tiveram intensidade transpiratória intermediária, e árvores sobre Laranja azeda tiveram intensidade transpiratória baixa. Este mesmo autor, afirma que, árvores sobre Limão Rugoso mostraram boa resistência a seca. Segundo REUTHER et al.

(61) a profundidade do sistema radicular do Limão Rugoso, provavelmente, é um fator importante na resistência a seca deste porta-enxerto. VELARDE e INFORZATO (74) , em estudo do sistema radicular do Limão Cravo, na Estação Experimental de Limeira, em Cordeirópolis, encontraram que cerca de 86% do total de raízes, se encontram dentro dos 50 primeiros centímetros de profundidade.

COUTINHO (8) estudando a ecologia da mata pluvial tropical, encontrou que, durante os períodos de seca de 1958 e 1959, uma grande parte das espécies investigadas teve necessidade de restringir seu consumo hídrico. Entre estas, as que apresentaram restrições mais notáveis foram as epífitas e as ervas terrestres chegando mesmo a transpirar, durante quase todo o dia, apenas pela cutícula. Entre as lianas alguma restrição foi também observada, porém, de menor intensidade. As árvores e os arbustos, exceção feita de alguns elementos arbóreos secundários, não tiveram necessidade de restringir sua transpiração.

CAMARGO et al. 1966 (6) , verificaram que a transpiração de Spathodea nilotica, (Saem.) determinada pelo método das pesagens rápidas, aumentou continuamente a partir das 8 horas até as 11 horas, passando a diminuir das 11 as 13 horas, quando entrou novamen-

té em ascensão, até as 14 horas. Das 14 as 15 horas a transpiração diminuiu novamente, para tornar a aumentar, até as 16 horas.

Em pesquisa da transpiração cuticular e do movimento hidro-ativo dos estômatos de Copaifera langsdorffii Desf. conhecida como Copaiba (Leg. Caes.), utilizando o método das pesagens rápidas, DE MARINIS e MACIEL, 1968 (10) afirmam que, os dados obtidos de transpiração cuticular revelaram que a proteção oferecida pela cutícula contra a perda de água, é nesta espécie, maior que em algumas árvores da mata pluvial tropical, porém bem maior do que nas plantas permanentes do cerrado. O fechamento estomático, por interrupção no suprimento de água apresentou velocidade igual ou menor que aquelas das árvores da mata, porém bem maior na maioria dos casos, do que o fechamento nas plantas do cerrado.

Os mesmos autores, DE MARINIS e MACIEL, 1969 (11) , estudando o balanço hídrico de folhas ensolaradas e sombreadas de Copaifera langsdorffii Desf. , na época chuvosa, encontraram que os dados obtidos de transpiração, pelo método das pesagens rápidas de folíolos destacados, revelaram haver diferenças quantitativas e qualitativas no andamento diário da transpiração de folhas ensolaradas e sombreadas.

LAMBERTI, 1969 (38) , em estudo das plantas do Manguezal de Itanhaém , conclui que, a pesquisa do andamento diário da transpiração — feita pelo método das pesagens rápidas — possibilitou o estabelecimento de uma diferença entre o comportamento das plantas consideradas como obrigatórias e o das marginais ; assim, Avicennia schaueriana Stapf e Leechmann , Laguncularia racemosa Gaertn. e Rhizophora mangle Linn. (obrigatórias) revelaram, nos três períodos de investigações, algumas restrições no consumo hídrico, umas notáveis e outras pequenas ; das marginais, Acrostichum aureum Linn. transpirou livremente, com pequenas restrições ; Hibiscus tiliaceus Linn, não apresentou nenhuma restrição no consumo hí-

drico no período chuvoso e nas duas outras épocas mostrou algumas restrições.

O método das pesagens rápidas foi desenvolvido por PFAFF (52) e aperfeiçoado por HUBER (30) . Foi introduzido no Brasil por RAWITSCHER, 1942 (55) , sendo, a partir de então, muito usado por vários investigadores, como FERRI (15) , FERRI e COUTINHO (16) , CAMARGO et al. (6) , DE MARINIS e MACIEL (10) , FERRI e LABOURIAU (17) , RACHID (54) , RAWITSCHER e MORELLO (60) , LAMBERTI (38) , e outros.

MORELLO, 1953 (45) , empregou o método das pesagens rápidas para estudar a transpiração da bananeira, usando, nas suas determinações discos da lâmina foliar.

Estudando a transpiração do cafeeiro, FRANCO e INFORZATO 1950 (18) observaram o fenômeno da abertura temporária nas fôlhas daquela planta tendo, por isso, desaconselhado o emprego do método das pesagens rápidas para aqueles estudos com o cafeeiro. Posteriormente, RAWITSCHER e MORELLO (60) não conseguiram encontrar diferença na transpiração de fôlhas de cafeeiro logo após a seção do pecíolo e afirmaram ser o método das pesagens rápidas bastante seguro, inclusive para estudos com o cafeeiro.

ECKARDT (12) pondera que ainda não existem, para determinar a transpiração, em condições de campo, métodos que não impliquem na necessidade de se destacar uma parte do vegetal, ou de se colocar uma cuba ao redor dela. E estas manipulações, inevitavelmente provocam importantes perturbações das condições naturais. E conclui afirmando que se por um lado, o método gravimétrico implica em riscos difíceis de se estimar, por importar em mudanças rápidas da intensidade da transpiração, sobrevindas no momento do corte, por outro lado, é, também verdadeiro que este método continua sendo, provavelmente, o mais preciso que existe na atualidade.

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho de investigação se realizou na Estação Experimental de Limeira, do Instituto Agrônomo de Campinas, localizada a 5 quilômetros do Município de Cordeirópolis. Foi iniciado em Setembro, de 1968, e terminado em Maio, de 1969.

A Estação Experimental está localizada à margem da Via Anhanguera, em terrenos do Município de Cordeirópolis, Estado de São Paulo, entre as Coordenadas Geográficas $47^{\circ}25'$ de Longitude Ocidental e $22^{\circ}34'$, de Latitude Sul, com altitude de 689 metros, sobre o nível do mar, e uma temperatura média mensal de $20,1^{\circ}\text{C}$. A insolação total anual é de 2.536.4 horas, a precipitação total anual é de 1.377.0 mm e a umidade relativa média mensal é de 74,2% (67). Suas condições ecológicas correspondem às da Floresta Latifoliada Tropical (34).

3.1 - PLANTAS ESTUDADAS

O estudo do balanço hídrico foi investigado nas seguintes plantas cítricas: Laranja Valência sobre Limão Cravo, Laranja Valência sobre Laranja Caipira, Laranja Valência sobre Poncirus trifoliata e nos tipos de pés francos, Limão Cravo, Laranja Caipira e Poncirus trifoliata.

Segundo informações da Seção de Citricultura, do Instituto Agrônomo de Campinas (65), as plantas referidas têm as seguintes características:

3.1.1 - Plantas enxertadas: Laranja Valência sobre Limão Cravo, Laranja Valência sobre Laranja Caipira e Laranja Valência sobre Poncirus trifoliata.

a) Pertencem a um lote básico de Clones Nucleares de Citrus.

- b) Enxertadas em: 3 de fevereiro de 1963 .
- c) Plantio em: 4 de fevereiro de 1965 .
- d) Número de plantas: 450 .
- e) Espaçamento: 6 x 6 metros.
- f) Área: 16.200 metros.

3.1.2 - Plantas francas: Limão Cravo e Laranja Caipira.

- a) Pertencem ao Banco de Sementes.
- b) Plantio em: 22 de fevereiro de 1957 .

3.1.3 - Poncirus trifoliata

- a) Pertence a uma coleção de 40 variedades.
- b) Plantio em: 10 de março de 1965 .

3.2 - SOLO

O estudo do solo foi realizado pela Seção de Agrogeologia, do Instituto Agrônomo de Campinas (66), com os seguintes resultados:

Data da coleta: 17 de setembro de 1968 .

Classificação: Terra Roxa Estruturada.

Número de camadas: 5 (a , b , c , d , e) .

Localização: Pomar de Citrus , perto do lago na Estação Experimental de Limeira.

Material de origem: Basaltos ou meláfiros - triássico.

Relêvo: Suavemente ondulado.

Drenagem interna: média e rápida.

Drenagem externa: média.

Permeabilidade: média, até 3ª camada , rápida no resto.

Drenagem total: bem drenado.

Erosão: não aparente (o terreno foi gradeado recentemente) .

Vegetação original: Floresta tropical latifoliada.

Uso atual: Pomar de Citrus.

Atividade biológica: canais de formigueiros.

Descrição dos Horizontes:

- 1019 a (0 - 20) cm ; bruno avermelhado escuro (2.5YR 3/6 úmida) ;
Ap argilosa ; maciça porosa, que se rompe em granular muito pequena e pequena ; poros muito pequenos e pequenos abundantes ; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso ; transição clara e ondulada.
- 1019 b (20 - 40) cm ; bruno avermelhado escuro (2.5YR 3/4 úmida) ;
A₃ ou B₂₁ argilosa ; sub-angular pequena e forte ; cerosidade abundante e forte, tanto nas faces verticais como horizontais ; poros pequenos abundantes ; muito duro, friável, plástico e pegajoso ; crotovinas abundantes ; transição clara e plana.
- 1019 c (40 - 73) cm ; bruno avermelhado escuro (2.5YR 3/4 úmida) ;
B₂ argilosa, para muito argilosa ; prismática grande e forte que se rompe em sub-angular média e grande forte ; cerosidade forte e abundante tanto nas faces verticais como horizontais ; poros muito pequenos e pequenos abundantes ; muito pequenos e pequenos abundantes ; muito duro a extremamente duro ; firme, plástico e pegajoso ; crotovinas abundantes ; transição clara e plana.
- 1019 d (73 - 112) cm ; bruno avermelhado escuro (2.5YR 3/4 úmida) ;
B₃ argilosa ; prismática média fraca (maciça porosa?) que se desfaz em granular muito pequena e alguma granular grande ; cerosidade forte limitada aos canais grandes de raí-

zes ; poros muito pequenos e pequenos abundantes e grandes comuns ; ligeiramente duro ; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso ; crotovinas extremamente duras provavelmente cimentadas por material cobidal ; transição gradual e plana.

1019 e
C₁ (112 - 250+) cm ; bruno avermelhado escuro (2.5YR 3/4 úmida) ; argilosa ; maciça porosa, que se rompe em granular muito pequena ; macio, muito friável ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso ; nódulos muito pouco, pequenos, macios, angulares e ovaes, brancos e amarelados (silex ?) .

3.3 - FATORES METEOROLÓGICOS

As observações meteorológicas, efetuadas nas épocas em que o presente trabalho foi realizado, foram feitas com o auxílio de um evaporímetro de Piche, um psicrômetro e um fotômetro.

A evaporação foi medida por meio de um evaporímetro de Piche original (Wilh - Lambrecht - Gottingen) , colocado a cerca de um metro de distância da balança. Os dados obtidos foram utilizados, diretamente, na confecção das curvas diárias.

O evaporímetro de Piche, consiste de um tubo de vidro calibrado de 0 a 10 ml , sendo que cada mililitro é dividido em 10 partes iguais. Uma das extremidades desse tubo é fechada e munida de uma haste de arame, para permitir sua suspensão a um suporte. Na extremidade aberta, adapta-se um disco de papel mata-borrão. Neste trabalho, foi usado um disco verde com diâmetro de 5 cm. No começo dos trabalhos o tubo era enchido com água e o disco de mata-borrão era previamente umedecido. A superfície evaporante do disco, média 38,48 cm² . Os valores de evaporação, foram, sempre, referidos em mg/100 cm² / minuto.

As leituras de temperatura foram feitas, diretamente, em um psicrômetro, construído com dois termômetros meteorológicos (Normalglas, Wilh. Lambrecht - Göttingen) .

A umidade relativa do ar e a tensão do vapor atmosférico, foram determinadas por meio de tabelas psicrométricas, SAMPAIO FERRAZ (63) , com dados obtidos pelas leituras dos termômetros seco e molhado, de um psicrômetro.

As determinações de luminosidade recebida e refletida, foram feitas por meio de um fotômetro (Weston Foot - Candle Meter - Model 614) com capacidade máxima de medição de 12.000 velas-pé.

QUADRO 1 - Valores climáticos na Estação Experimental de Limeira, em Cordeirópolis, durante o tempo da presente investigação. (*)

Anos	Mês	Temperatura °C			Umidade Rel. % Média	Nebulosidade Média	Chuvas m m. Total	Insolação (h) Total	Evaporação Total	Dias		
		Média	Máxi- ma	Míni- ma						Claros	Nublados	Encobertos
1968	Out.	21,1	28,6	14,9	67,5	5,5	154,0	209,3	104,7	7	14	10
	Nov.	22,9	29,8	17,1	64,8	5,8	87,4	209,3	90,4	3	17	10
	Dez.	23,1	28,6	17,9	73,6	5,5	171,5	235,9	73,5	3	19	9
1969	Jan.	23,7	30,0	18,9	74,4	5,5	141,0	233,8	70,3	4	21	6
	Fev.	23,8	29,8	19,6	77,2	6,3	48,3	189,1	62,0	2	21	5
	Mar.	22,9	29,5	18,0	75,7	4,6	94,0	237,1	65,7	10	15	6
	Abr.	20,2	26,8	14,9	74,8	3,8	52,1	232,2	68,4	13	16	1
	Mai.	18,8	26,1	13,0	68,5	3,8	24,6	228,7	85,3	11	16	4

(*) Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agrômico de Campinas.

QUADRO 2 - Valores climáticos na Estação Experimental de Limeira, em Cordeirópolis *

Mês	Média	Temperatura - °C				H. R. %	1940/68	
		Máxima		Mínima			Inso- lação Horas	1934/ 1968 Chuvas m. m.
		Média	Absol.	Média	Absol.			
Jan.	22,5	29,4	35,9	17,8	11,5	80,4	195,4	238,3
Fev.	22,4	29,2	37,4	17,9	10,0	81,6	173,2	211,2
Mar.	21,9	29,1	37,2	17,0	9,8	80,2	214,8	168,5
Abr.	20,1	27,8	33,3	14,4	3,7	77,1	221,9	61,9
Mai.	18,0	25,6	33,2	12,1	2,5	75,5	223,9	47,4
Jun.	16,8	24,6	30,1	10,8	- 1,5	74,4	210,5	33,2
Jul.	16,6	24,9	31,8	10,3	0,0	70,1	228,6	21,6
Ago.	18,6	27,5	36,3	11,7	- 0,5	63,8	239,4	25,9
Set.	20,1	28,6	38,6	13,2	- 1,2	64,7	218,0	58,2
Out.	20,9	28,7	29,2	14,9	2,9	72,1	195,2	133,6
Nov.	21,5	29,0	36,9	15,6	7,0	73,6	226,2	148,0
Dez.	21,9	28,9	36,8	16,7	9,5	77,5	189,3	229,2
Ano	20,1	27,8	39,2	14,4	- 1,5	74,2	2536,4	1377,0

* Seção de Climatologia Agrícola, do Instituto Agrônomo de Campinas.

3.4 - TRANSPIRAÇÃO E MOVIMENTO HIDROATIVO DOS ESTÔMATOS

Os valores de transpiração foram determinados pelo método das pesagens rápidas, com o auxílio de uma balança de torsão (Jung, Heidelberg, Alemanha).

No presente trabalho, a balança permanecia sempre à sombra de uma árvore, e era protegida por uma caixa de vidro, aberta na parte anterior e nas laterais.

Entre as pesagens, as portas eram mantidas abertas, propiciando contínua renovação do ar no interior da caixa.

A balança, colocada sobre pequena mesa desmontável, de madeira, própria para trabalhos de campo, era posta sempre tão próxima da planta em estudo, quanto fosse possível.

O trabalho de campo foi realizado com o auxílio de um empregado bem treinado, adotando a técnica seguida por CAMARGO (5), que é a seguinte:

"A fim de atenuar o efeito traumático do corte da fôlha sobre a medida da transpiração, ao invés de se cortar uma fôlha, diretamente da árvore, cortava-se um pequeno ramo, com várias fôlhas. Este ramo era entregue, rapidamente pelo auxiliar, ao operador da balança, o qual, no mesmo instante, cortava a fôlha, colocava-a na balança e determinava-lhe o peso. Como o peso médio aproximado de cada fôlha podia ser estimado, em virtude de várias medições preliminares, o operador já deixava a balança carregada com um peso bem próximo ao da fôlha. Assim, a operação de destacar a fôlha, e pesá-la, não durava mais que poucos segundos. Entre o corte do ramo, na árvore, e a determinação do peso da fôlha não se passavam mais que 30 segundos.

Imediatamente após anotar o resultado de cada pesagem, o autor fazia as leituras do psicrômetro, do evaporímetro e da luminosidade.

O andamento diário da transpiração foi feito medindo-se a perda de água de três folhas, sucessivamente, durante um minuto para cada uma. No caso de Poncirus trifoliata foram usados, como é natural, os trifólios. Estas pesagens foram efetuadas a partir das 8 horas, em intervalos de uma hora, durante todo o dia, até as 16 horas. Foram assim obtidos dados para 9 pontos da curva do andamento diário da transpiração.

Foram determinados, preliminarmente, os valores da transpiração, em mg/min., por folha. Depois, cada um dos valores foi convertido a uma superfície de 100 cm², para a confecção de curvas comparáveis. A determinação da superfície das folhas foi feita traçando-se seu contorno em papel Whatman n.º 1, cujo peso por uma dada superfície era conhecido. Foi escolhido o papel Whatman n.º 1, por ser este bem uniforme, de peso constante por unidade de superfície e universalmente conhecido.

Foram construídas três curvas para cada andamento diário, respectivamente com os dados máximo, médio e mínimo, de cada observação, porque assim a representação do andamento diário da transpiração é mais significativo do comportamento da planta, que numa curva dos respectivos valores médios.

As observações do andamento diário da transpiração foram feitas de Setembro de 1968 a Maio de 1969, acompanhando-se, uma vez por semana, a transpiração das plantas, no período já citado, das 8 às 16 horas.

Para a determinação do movimento hidroativo dos estômatos, cada folha era destacada da árvore e, dentro do intervalo de 30 segundos, colocada na balança e pesada. Após essa primeira pesagem seguiam-se outras, de minuto em minuto, permanecendo, sempre, a folha na balança, até que se obtivessem valores constantes para a perda de água da folha.

Com os valores da transpiração em mg/min., foram construídas as curvas da rapidez do fechamento hidroativo dos estômatos, colocando êsses valores no eixo das ordenadas, e o tempo (em minutos) , no das abscissas.

3.5 - VELOCIDADE DA TRANSPIRAÇÃO CUTICULAR

Nas plantas cítricas a face estomática é a abaxial, tendo a adaxial um número extremamente reduzido, de estômatos. Por isso, a transpiração cuticular foi determinada nesta face e não levando em conta a transpiração dos poucos estômatos que ela apresenta sobre a nervura principal, por desprezível (2). Para a determinação dos valores de transpiração cuticular, usou-se o método clássico de vasili - nar-se a face estomática (abaxial) , pesando-se a fôlha de minuto em minuto, durante cinco minutos.

3.6 - DÉFICIT DE SATURAÇÃO DAS FÔLHAS

Durante as observações do andamento diário da transpiração logo após a pesagem , cada fôlha era etiquetada e, imediatamente, colocada no interior de um saquinho de polietileno, em atmosfera saturada de vapor de água. Êstes saquinhos contendo as fôlhas permaneciam, durante o transcorrer do dia, em lugar fresco, sendo transportados para o laboratório, após o término das observações. No laboratório, as fôlhas eram retiradas dos saquinhos e colocadas em câmara úmida, com os pecíolos mergulhados em água de torneira, onde permaneciam por 24 horas. Após êsse intervalo de tempo, eram pesados novamente, depois de serem bem enxutos por meio de papel de filtro. Esta nova pesagem dava o "pêso saturado" de cada fôlha. Após a determinação do pêso saturado, as fôlhas eram levadas a uma estufa a 105^DC , onde permaneciam por 24 horas, sendo então, transferidas para um dessecaçador a cloreto de cálcio, à temperatura ambiente, onde permaneciam de 3 a 4 horas ,

para ser pesadas novamente, até peso constante. Obtinha-se assim o "peso seco" das folhas.

O déficit de saturação das folhas foi determinado pela fórmula de Stocker (69) , adotada por diversos autores (15 , 38):

$$D.S. = \frac{\text{Conteúdo máximo de água} - \text{conteúdo real de água}}{\text{conteúdo máximo de água}} \times 100$$

Como:

Conteúdo máximo de água = Peso saturado - Peso seco , e

Conteúdo real de água = Peso fresco - Peso seco ,

têm-se:

$$D.S. = \frac{\text{Peso saturado} - \text{Peso fresco}}{\text{Peso saturado} - \text{Peso seco}} \times 100$$

Com os dados obtidos pela aplicação da fórmula de Stocker foram construídas as curvas de déficit de saturação. Para cada ponto destas curvas, foram utilizadas as mesmas folhas usadas na determinação dos valores de transpiração (valores máximos) . Assim as curvas de déficit de saturação podiam ser comparadas com as de andamento diário da transpiração, ponto por ponto.

3.7 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para os cálculos da análise estatística, foram tomadas 3 determinações, em cada tratamento, e em cada faixa de tempo. Portanto, tomaram-se 27 determinações por tratamento, para cada época do ano. Cada enxerto e cada tipo de pé franco foi considerado como um tratamento, resultando, pois, num total de 6 tratamentos, que são os seguintes:

- | | | |
|--|---|----------------------|
| 1.º) - Laranja Valência sobre Limão Cravo. (T ₁) |] | enxêrtos |
| 2.º) - Laranja Valência sobre Laranja Caipira. (T ₂) | | |
| 3.º) - Laranja Valência sobre <u>Poncirus trifoliata</u> . (T ₃) | | |
| 4.º) - Limão Cravo. (T ₄) |] | Tipos de pés francos |
| 5.º) - Laranja Caipira. (T ₅) | | |
| 6.º) - <u>Poncirus trifoliata</u> . (T ₆) | | |

Os resultados obtidos de andamento diário da transpiração e déficit de saturação das folhas, foram estudados estatisticamente, em cada época do ano, mediante a análise da variância e um estudo de graus de liberdade individuais (53). Para a comparação de médias foi empregado o teste de Duncan (53).

Na análise da variância tomaram-se as médias das três repetições, em cada hora, e para cada tratamento.

Os dados que foram analisados puderam ser organizados como na tabela seguinte:

Tratamentos		H o r a s								
		8	9	10	11	12	13	14	15	16
T ₁	ch.	\bar{X} 18 c.								
	se.	\bar{X} 18 s.								
T ₂	ch.									
	se.									
T ₃	ch.									
	se.									
T ₄	ch.									
	se.									
T ₅	ch.									
	se.									
T ₆	ch.									\bar{X} 616 c.
	se.									\bar{X} 616 s.

$\bar{X}_{18 \text{ c.}}$: média das 3 determinações feitas no tratamento 1 ,
às 8 horas, na época das chuvas.

$\bar{X}_{18 \text{ s.}}$: média das 3 determinações feitas no tratamento 1 ,
às 8 horas, na época da seca.

$\bar{X}_{616 \text{ c.}}$: média das 3 determinações feitas no tratamento 6 ,
às 16 horas, na época das chuvas.

$\bar{X}_{616 \text{ s.}}$: média das 3 determinações feitas no tratamento 6 ,
às 16 horas, na época da seca.

A análise da variância seguiu o seguinte esquema:

Causa de Variação	G. L.
Tratamentos (T)	5
Horas (H)	8
Épocas (E)	1
T x H	40
T x E	5
H x E	8
T x H x E	40
Total	107

A interação tripla foi utilizada como resíduo, VENCOVSKY
(75) .

4 - RESULTADOS

4.1 - ÉPOCA CHUVOSA

4.1.1 - Andamento diário da temperatura, umidade relativa, evaporação, tensão de vapor e luminosidade

Apresentam-se a seguir, os resultados do andamento diário da temperatura, expressada em graus centígrados ($^{\circ}\text{C}$) ; da umidade relativa em porcentagem (%) ; da evaporação em miligramas por decímetro quadrado por minuto ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$) ; da tensão de vapor em milímetros de mercúrio (mm. Hg) ; e da luminosidade em velas-pé.

Observações sobre o andamento diário da temperatura, umidade relativa, evaporação, tensão de vapor e luminosidade, foram efetuadas em diversos dias da época chuvosa, especialmente naquêles em que o andamento diário da transpiração era investigado.

Nas tabelas 1 ao 3 são expostos os dados, e nas figuras 1 ao 6 apresentam-se alguns gráficos representativos do andamento diário desses fatores climáticos. Uma descrição pormenorizada de cada um destes gráficos tornar-se-ia não só fastidiosa como desnecessária, pelo que deixaremos de fazê-la. Faremos referência apenas às características mais gerais, encontradas no andamento dos referidos fatores.

De um modo geral, no período chuvoso, em que as presentes observações foram feitas, a umidade relativa apresentou valores relativamente baixos já nas primeiras horas da manhã, decrescendo, ainda, até próximo das 14 horas, quando atingiu seu valor mínimo, ao redor de 63%. A partir de então, se eleva com relativa rapidez, apresentando, frequentemente, numerosas oscilações. Em alguns dias (28/12/68), as condições de umidade são bem mais elevadas, alcançando seus valores até 91%, no período da manhã. Em outros, tais condições são extremamente irregulares, observando-se oscilações não só

numerosas como amplas, durante quase todo o dia.

As curvas de andamento diário da temperatura apresentam seus valores iniciais ao redor de 21°C , subindo progressivamente até o máximo de 31°C , às 15 horas, e diminuindo depois, até o valor final de 27°C (27/12/68). Oscilações são aqui menos frequentes (28 e 29/12/68), embora possam ocorrer em certos dias.

Os valores de tensão de vapor alcançaram índices bem mais altos neste período do ano. Entre às 11 e 13 horas chegaram ao seu máximo, de 19 a 21 mm de Hg, aproximadamente. A partir deste horário decresceu com relativa rapidez (27/12/68). Observou-se, em alguns dias, que os valores da tensão de vapor foram bem mais regulares (28 e 29/12/68). Os valores mínimos, foram alcançados geralmente, ao final da tarde, por volta das 16 horas.

A evaporação apresentou, já nas primeiras horas da manhã, valores ao redor de $16,4 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$. O máximo foi observado, em geral, entre 12 e 13 horas. Em seguida decresceu com certa rapidez, atingindo valores próximos a $32,5 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$. ao fim da tarde (27/12/68). Em alguns dias (28/12/68), os valores de evaporação foram bastante baixos. Em outros (29/12/68), oscilam relativamente pouco.

A luminosidade recebida, atingiu seus valores máximos, nesta época quente e úmida, entre 9 e 10 horas da manhã, aproximadamente, observando-se oscilações numerosas, durante quase todo o dia (27/12/68). Em alguns dias (29/12/68), os valores de luminosidade recebida foram bastante regulares, entretanto, em outros (28/12/68), oscilaram grandemente. A luminosidade refletida, atingiu valores próximos a 300-400 velas-pé, quase durante todo o dia (28 e 29/12/68). Em outros (27/12/68), oscilou sensivelmente.

TABELA 1 - Andamento diário dos parâmetros meteorológicos do balanço hidrico das plantas enxertadas. Dezembro 27 de 1968
Estação chuvosa.*

HORA	PLANTA**	TEMP. °C	H. R. %	T. V. mm. Hg	EVAP. mg/dm ² / minuto	LUMINOSIDADE	
						Recab.	Reflet.
8	A	21	91	16,8	16,4	1.100	220
	B	22	91	17,9	15,8	1.400	240
	C	22	91	17,9	17,3	1.200	860
9	A	22	91	17,9	30,3	2.000	620
	B	24	83	18,4	36,5	5.800	320
	C	24	83	18,4	41,0	5.000	740
10	A	25	76	17,8	32,5	5.200	200
	B	26	76	19,0	41,9	3.200	540
	C	26	76	19,0	48,4	2.000	620
11	A	26	76	19,0	49,3	2.800	1.020
	B	27	77	20,3	57,8	2.600	180
	C	26	76	19,0	54,7	2.600	900
12	A	26	76	19,0	65,0	4.000	540
	B	27	69	18,4	59,7	2.000	580
	C	27	69	18,4	61,7	3.600	620
13	A	30	59	18,5	67,1	1.600	620
	B	29	71	21,1	55,4	2.000	240
	C	29	64	19,1	65,0	2.200	640

continua ...

continuação

HORA	PLANTA	TEMP.	H. R.	T. V.	EVAP.	LUMINOSIDADE	
		°C	%	mm. Hg	mg/dm ² / minuto	Recéb.	Reflet.
14	A	29	64	19,1	48,5	1.200	260
	B	28	63	17,8	47,7	1.400	160
	C	29	64	19,1	64,0	1.600	480
15	A	30	65	20,5	44,8	2.000	280
	B	31	59	19,8	57,2	2.000	1.200
	C	30	59	18,5	68,1	1.400	720
16	A	28	63	17,8	32,5	2.100	140
	B	27	63	16,6	37,1	1.200	120
	C	27	63	16,6	43,4	1.200	120

Temp. - Temperatura.

H. R. - Umidade Relativa.

T. V. - Tensão de Vapor.

EVAP. - Evaporação.

A - Laranja Valência sobre Limão Cravo.

B - Laranja Valência sobre Laranja Caipira.

C - Laranja Valência sobre Poncirus trifoliata.

TABELA 2 - Andamento diário dos parâmetros meteorológicos do balanço hídrico das plantas francas. Dezembro 28 de 1968 .
Estação chuvosa.*

HORA	PLANTA**	TEMP.	H. R.	T. V.	EVAP.	LUMINOSIDADE	
		°C	%	mm. Hg	mg/dm ² / minuto	Recab.	Reflet.
8	A	23	83	17,3	8,4	2.000	100
	B	23	83	17,3	13,2	2.600	200
9	A	23	83	17,3	13,2	4.000	220
	B	24	83	18,4	17,0	4.600	340
10	A	23	83	17,3	21,3	2.800	160
	B	23	83	17,3	22,4	2.200	140
11	A	23	83	17,3	25,6	1.800	100
	B	23	74	15,5	21,0	2.400	140
12	A	25	76	17,8	39,6	4.400	340
	B	24	75	16,6	39,6	2.600	240
13	A	24	75	16,6	35,2	2.400	400
	B	26	69	17,2	42,6	2.100	280

continua ...

continuação

HORA	PLANTA	TEMP.	H. R.	T. V.	EVAP.	LUMINOSIDADE	
		°C	%	mm. Hg	mg/dm ² / minuto	Recab.	Reflet.
14	A	27	69	18,4	42,6	2.400	1.000
	B	28	63	17,8	44,7	1.400	520
15	A	27	63	16,6	40,3	1.200	540
	B	26	69	17,2	38,2	1.000	340
16	A	25	68	16,0	32,5	800	120
	B	25	68	16,0	32,5	1.000	320

- * Temp. - Temperatura.
 H. R. - Umidade relativa.
 T. V. - Tensão de vapor.
 EVAP. - Evaporação.
- ** A - Limão Cravo.
 B - Laranja Caipira.

TABELA 3 - Andamento diário dos parâmetros meteorológicos do balanço hídrico da planta franca Poncirus trifoliata. Dezembro 29 de 1968 . Estação chuvosa*

HORA	PLANTA**	TEMP.	H. R.	T. V.	EVAP.	LUMINOSIDADE	
		°C	%	mm. Hg	mg/dm ² / minuto	Receb.	Reflet.
8	C	24	83	18,4	16,8	2.200	300
9	C	25	76	17,8	13,0	2.000	400
10	C	26	76	19,0	21,3	3.000	380
11	C	26	76	19,0	17,9	2.800	600
12	C	27	77	20,3	43,3	2.000	340
13	C	27	69	18,4	46,1	2.400	480
14	C	27	69	18,4	46,8	2.600	1.000
15	C	26	69	17,2	41,1	3.000	900
16	C	26	69	17,2	32,5	3.200	600

* TEMP. - Temperatura .
H. R. - Umidade Relativa .
T. V. - Tensão de Vapor .
EVAP. - Evaporação .

** C - Poncirus trifoliata .

4.1.2 - Andamento diário da transpiração total

Para o estudo do andamento diário da transpiração total, foram escolhidos, os porta-enxertos, Limão Cravo, Laranja Caipira e Poncirus trifoliata, e a variedade de laranja doce denominada Valência sobre cada um destes porta-enxertos.

A seguir, são expostos os resultados do andamento diário da transpiração total, expressada em miligramas por decímetro quadrado por minuto ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min.}$).

Nas tabelas 4 ao 6 apresentam-se os valores do andamento diário da transpiração total, das plantas enxertadas e francas, da época do ano em estudo.

O andamento diário da transpiração de Laranja Valência sobre Limão Cravo está representado no gráfico da Fig. 1. Verificou-se que a evaporação apresentou valores crescente até pouco depois das 13 horas, a partir de quando decresceu continuamente. O curso da transpiração não apresentou diferença considerável, nos três tipos de fôlhas. Pelo aspecto das curvas das fôlhas estudadas, observou-se que estas tiveram três máximos. O primeiro deles ocorreu ao redor das 10 horas, enquanto que o segundo foi alcançado pouco depois das 13 horas e o terceiro às 15 horas aproximadamente.

Na figura 2 está representado o andamento diário da transpiração de Laranja Valência sobre Laranja Caipira. A curva de evaporação mostra que, a partir das 8 horas, a evaporação aumentou continuamente, até as 12 horas, passando a decrescer até as 14 horas, quando se elevou novamente, para tornar baixar as 15 horas. Desta forma a evaporação apresentou-se um tanto irregular, com dois máximos, o primeiro ao redor do meio dia e o segundo um pouco depois das 15 horas. Deve notar-se que o curso da transpiração desta planta, se apresenta bastante semelhante ao da anteriormente estudada.

Na figura 3 aparecem os valores obtidos sobre o andamento diário da transpiração da Laranja Valência sobre Poncirus trifoliata. Observou-se que os valores da evaporação se apresentaram em forma crescente até as 13 horas, passando a um valor estacionário até as 15 horas, quando atingiu seu máximo, para logo decrescer. A curva de transpiração desta planta, nos indicou, da mesma forma que as das anteriormente mencionadas, três máximos, alcançando o superior um pouco depois das 13 horas.

O estudo do andamento diário da transpiração de Limão Graço está representado na figura 4. Pode-se observar que, enquanto a curva de evaporação se elevou, até um pouco depois do meio dia, a da transpiração apresentou valores bastante baixos, somente alcançando seu ponto máximo um pouco depois das 13 horas e o segundo ao redor das 15 horas. Após ao meio dia, a evaporação decresceu um pouquinho. A transpiração, ao contrário, elevou-se acentuadamente.

Comportamento semelhante ao da planta anterior encontramos na Laranja Caipira. Como se observou no gráfico da figura 5, a evaporação elevou-se até pouco depois das 14 horas, quando atingiu seu máximo. A partir de então, caiu, lentamente. A transpiração apresentou valores relativamente baixos, durante todo o dia, até as 14 horas, quando a evaporação já era relativamente alta. Em seguida elevou-se bruscamente, atingindo um valor máximo, só ao redor das 15 horas, quando a evaporação já se encontrava em declínio.

O andamento diário da transpiração de Poncirus trifoliata acha-se representado no gráfico da figura 6. Os valores da evaporação se apresentaram crescentes até pouco depois das 14 horas, decrescendo em seguida, lentamente. Verificou-se que a transpiração apresentou três máximos, as 10, 13 e 15 horas, respectivamente.

TABELA 4 - Andamento diário do balanço hídrico das plantas enxertadas. Dezembro 27 de 1968. Estação chuvosa.

HORA	PLANTA *	FÔLHA	TRANSPIRAÇÃO mg/dm ² /minuto	DÉFICIT DE SATURAÇÃO ** (%)
8	A	a	16,3	3,2
		b	9,0	0,9
		c	4,9	2,4
	B	a	10,7	2,8
		b	8,1	5,3
		c	5,7	3,7
	C	a	8,8	0,5
		b	8,5	3,4
		c	6,8	0,8
9	A	a	14,2	5,3
		b	12,8	4,5
		c	12,6	0,6
	B	a	20,0	0,4
		b	16,3	2,8
		c	15,6	4,9
	C	a	16,7	2,2
		b	15,1	3,2
		c	13,3	2,8

continua ...

continuação

HORA	PLANTA	FÔLHA	TRANSPIRAÇÃO mg/dm ² /minuto	DÉFICIT DE SATU- RAÇÃO (%)
10	A	a	31,2	2,6
		b	22,7	8,2
		c	21,3	4,6
	B	a	33,3	4,7
		b	18,0	6,7
		c	17,7	2,7
	C	a	23,8	3,7
		b	22,7	3,9
		c	18,0	2,7
11	A	a	25,0	4,3
		b	20,8	5,8
		c	12,5	4,9
	B	a	20,8	5,6
		b	17,7	6,5
		c	13,9	2,3
	C	a	19,4	4,9
		b	17,3	5,0
		c	16,7	5,0
12	A	a	22,2	6,1
		b	20,3	10,4
		c	19,0	6,5

continua ...

continuação

HORA	PLANTA	FÔLHA	TRANSPIRAÇÃO mg/dm ² /minuto	DÉFICIT DE SATU- RAÇÃO (%)
	B	a	16,7	4,8
		b	13,9	4,6
		c	13,3	9,4
	C	a	14,8	8,2
		b	11,7	6,6
		c	10,4	7,5
13	A	a	26,0	5,2
		b	25,0	5,1
		c	24,7	6,3
	B	a	27,8	7,0
		b	20,8	10,0
		c	16,1	7,4
	C	a	28,7	7,1
		b	19,4	5,3
		c	18,9	4,8
14	A	a	18,5	8,4
		b	16,3	5,4
		c	12,5	5,9
	B	a	13,3	7,3
		b	12,8	6,0
		c	11,1	5,7

continua ...

continuação

HORA	PLANTA	FÔLHA	TRANSPIRAÇÃO mg/dm ² /minuto	DÉFICIT DE SATU- RAÇÃO (%)
	C	a	12,2	6,7
		b	10,6	7,6
		c	6,4	6,8
15	A	a	27,8	4,4
		b	24,8	7,5
		c	23,1	4,5
	B	a	23,1	10,1
		b	21,4	10,7
		c	19,2	9,9
	C	a	18,3	1,9
		b	18,0	4,1
		c	13,5	4,6
16	A	a	26,5	5,3
		b	22,7	9,1
		c	22,2	9,6

continua ...

continuação

HORA	PLANTA	FÔLHA	TRANSPIRAÇÃO	DÉFICIT DE SATU-
			mg/dm ² /minuto	RAÇÃO (%)
	B	a	17,2	12,1
		b	12,5	11,6
		c	11,6	11,3
	C	a	13,9	12,3
		b	12,8	15,1
		c	10,7	18,2

* A - Laranja Valência sôbre Limão Cravo.

B - Laranja Valência sôbre Laranja Caipira.

C - Laranja Valência sôbre Poncirus trifoliata.

** Déficit de saturação em porcentagem do máximo conteúdo de água.

TABELA 5 - Andamento diário do balanço hídrico das plantas francas.
Dezembro 28 de 1968 . Estação chuvosa.

HORA	PLANTA*	FÔLHA	TRANSPIRAÇÃO mg/dm ² /minuto	DÉFICIT DE SATU- RAÇÃO** (%)
8	A	a	19,6	10,3
		b	13,3	2,4
		c	11,5	7,9
	B	a	15,1	3,1
		b	11,1	5,8
		c	8,8	2,9
9	A	a	23,8	7,1
		b	18,5	5,0
		c	12,8	2,4
	B	a	19,2	5,1
		b	16,1	5,6
		c	10,7	3,9
10	A	a	18,5	0,6
		b	14,5	7,4
		c	14,5	4,7
	B	a	18,5	6,8
		b	13,9	2,3
		c	11,1	4,1

continua ...

continuação

HORA	PLANTA	FÔLHA	TRANSPIRAÇÃO mg/dm ² /minuto	DÉFICIT DE SATU- RAÇÃO (%)
11	A	a	17,5	8,9
		b	10,4	1,7
		c	6,7	2,2
	B	a	13,3	3,2
		b	11,9	4,3
		c	7,9	3,3
12	A	a	19,7	4,9
		b	17,2	4,8
		c	15,6	4,5
	B	a	18,5	7,9
		b	11,5	3,7
		c	10,4	5,2
13	A	a	35,1	2,9
		b	33,3	6,0
		c	17,9	2,5
	B	a	21,7	3,7
		b	21,5	9,6
		c	15,9	6,8

continua ...

continuação

HORA	PLANTA	FÔLHA	TRANSPIRAÇÃO mg/dm ² /minuto	DÉFICIT DE SATU- RAÇÃO (%)
14	A	a	20,0	10,8
		b	15,9	9,4
		c	14,8	4,8
	B	a	21,7	13,0
		b	19,6	5,7
		c	9,8	6,7
15	A	a	37,0	11,2
		b	30,9	5,9
		c	20,8	6,2
	B	a	39,2	6,9
		b	28,6	8,6
		c	27,8	8,6
16	A	a	34,5	5,1
		b	23,0	8,9
		c	22,2	12,6
	B	a	26,3	8,7
		b	23,8	7,6
		c	22,2	7,7

* A - Limão Cravo.

B - Laranja Caipira.

** Déficit de saturação em % do máximo conteúdo de água.

TABELA 6 - Andamento diário do balanço hídrico da planta franca Poncirus trifoliata . Dezembro 29 de 1968 . Estação chuvosa .

HORA	PLANTA *	FÔLHA	TRANSPIRAÇÃO mg/dm ² /minuto	DEFÍCIT DE SATURAÇÃO** RAÇÃO (%)
8	C	a	11,5	1,7
		b	8,8	0,3
		c	7,6	0,3
9	C	a	22,2	3,2
		b	13,3	1,1
		c	11,9	0,4
10	C	a	23,8	0,9
		b	22,7	2,7
		c	20,0	5,0
11	C	a	9,8	8,6
		b	9,5	1,9
		c	8,5	0,9
12	C	a	10,4	2,0
		b	7,7	5,8
		c	7,2	9,7
13	C	a	23,8	10,9
		b	22,7	14,9
		c	19,6	2,9

continua ...

continuação

HORA	PLANTA	FÔLHA	TRANSPIRAÇÃO mg/dm ² /minuto	DÉFICIT DE SATU- RAÇÃO (%)
14	C	a	17,5	10,9
		b	12,8	7,7
		c	8,3	7,1
15	C	a	37,0	7,4
		b	19,6	17,1
		c	11,9	8,9
16	C	a	16,7	4,8
		b	11,9	4,8
		c	10,1	0,8

* C - Poncirus trifoliata.

** Déficit de saturação em % do máximo conteúdo de água.

4.1.3 - Velocidade da transpiração cuticular

Nêste sub-capítulo, se apresentam os resultados da velocidade da transpiração cuticular, expressados em miligramas por minuto (mg/min.), das plantas enxertadas e francas, durante a estação chuvosa.

Apenas para ter-se uma idéia sôbre a ordem de grandeza dos valores de transpiração cuticular das plantas cítricas, foram feitas algumas determinações, apresentadas na tabela 7 .

4.1.4 - Déficit de saturação das fôlhas

Em continuação, apresentam-se os resultados do déficit de saturação das fôlhas, expressados em porcentagem do máximo conteúdo de água (% do máximo conteúdo de água) .

Nas tabelas 4 ao 6 são detalhados os dados, e nas figuras 1 ao 6 apresentam-se alguns gráficos que representam as curvas do déficit de saturação das fôlhas, confeccionadas com os déficits das fôlhas utilizadas nas curvas dos valores máximos de transpiração.

A curva do déficit de saturação das fôlhas de Laranja Valência sôbre Limão Cravo está representada no gráfico da figura 1 . O curso do déficit de saturação das fôlhas estudadas não apresentou diferenças consideráveis durante o dia todo. Verificou-se que um pequeno máximo foi alcançado um pouco depois das 14 horas.

Na figura 2 está representado o déficit de saturação das fôlhas de Laranja Valência sôbre Laranja Caipira. A curva mostrou que houve um pequeno decréscimo, entre as 8 e 9 horas, passando então a aumentar, com relativa rapidez, até as 16 horas, quando atingiu seu máximo.

TABELA 7 - Velocidade da transpiração cuticular. Estação
chuvosa.

PLANTIA*	TRANSPIRAÇÃO	PÊSO INICIAL mg.	CONDIÇÕES**	
	CUTICULAR mg/minuto		H. R. %	T. °C
A	3	1.528	63	28
	2			
	1			
	1			
	1			
B	2	1.208	63	28
	2			
	1			
	1			
	1			
C	2	912	63	28
	1			
	1			
	0			
	1			
A'	2	856	67	24
	1			
	1			
	1			
	1			

continua ...

continuação

PLANTA	TRANSPIRAÇÃO	PÊSO INICIAL	CONDIÇÕES	
	CUTICULAR		H. R. %	T. °C
	mg/minuto	mg.		
B'	4	1.835	61	25
	1			
	1			
	1			
	1			
C'	2	1.237	59	31
	1			
	0			
	1			
	1			

- * A - Laranja Valência sôbre Limão Cravo.
B - Laranja Valência sôbre Laranja Caipira.
C - Laranja Valência sôbre Poncirus trifoliata.
A' - Limão Cravo.
B' - Laranja Caipira.
C' - Poncirus trifoliata.

** H.R. - Umidade Relativa.

T - Temperatura.

Na figura 3 aparece os valores obtidos do déficit de saturação das folhas de Laranja Valência sobre Poncirus trifoliata. Observou-se que os valores do déficit de saturação das folhas se apresentaram crescentes, até ao meio dia, passando a um valor estacionário até as 14 horas, a partir de quando decresceram com relativa intensidade, até as 15 horas, para aumentar, novamente, até ao redor das 16 horas, quando atingiram seu máximo.

O estudo do déficit de saturação das folhas de Limão Graço está representado na figura 4. Pode-se observar que, a partir das 8 horas, o déficit de saturação diminuiu continuamente, até as 10 horas, passando a aumentar das 10 as 11 horas, quando entrou novamente em descenso, até as 13 horas. Das 13 às 14 horas o déficit de saturação aumentou novamente, passando a um valor estacionário até as 15 horas, para tornar baixar até um pouco depois das 16 horas.

A curva do déficit de saturação das folhas de Laranja Caipira acha-se representada no gráfico da figura 5. Verifica-se que, a partir das 8 horas, o déficit de saturação aumentou constantemente até as 10 horas, tornando-se bastante irregular até as 14 horas, quando seu valor máximo é alcançado, passando a diminuir das 14 as 15 horas. Dessa hora em diante, aumentou, novamente.

Na figura 6 se expõem a curva do déficit de saturação das folhas de Poncirus trifoliata. A curva mostra que, das 8 às 10 horas tornou-se estacionário, relativamente. Das 10 às 13 horas se apresentou de maneira irregular. Às 13 horas, é alcançado seu valor máximo, passando a um valor estacionário até as 14 horas, quando diminuiu, continuamente, até pouco depois das 16 horas.

4.1.5 - Movimento hidroativo dos estômatos

A seguir apresentam-se os resultados do movimento hidroativo dos estômatos, expressados em miligramas por minuto (mg/min.) , das plantas enxertadas e francas, durante a estação chuvosa.

Para se ter uma idéia do grau de eficiência dos aparelhos estomáticos das plantas cítricas em estudo, são apresentados, nas figuras 7 ao 12, alguns gráficos, que representam os valores do movimento hidroativo dos estômatos das folhas investigadas.

A figura 7 mostra uma curva de perda de água de uma folha de Laranja Valência sobre Limão Cravo. Como se observa, os valores de transpiração decrescem com relativa rapidez. Uma redução de 60% do valor inicial da transpiração é conseguida, após 6 minutos. Ao fim deste tempo, a balança já acusava valores equivalentes à transpiração cuticular.

Na figura 8 está representada a curva de fechamento dos estômatos de Laranja Valência sobre Laranja Caipira. Esta planta apresentou um fechamento estomático muito mais rápido que a anteriormente estudada. Após os três primeiros minutos, já se observou uma redução de quase 60% na transpiração.

A Laranja Valência sobre Poncirus trifoliata, cuja curva de reação estomática hidroativa está representada na figura 9, fechou seus estômatos com relativa rapidez. Em apenas três minutos conseguiu restringir sua transpiração inicial de aproximadamente 50%.

No gráfico da figura 10, é apresentada a curva de fechamento dos estômatos de Limão Cravo. A transpiração decresceu de 5 mg/min. para 4 mg/min. após o primeiro minuto. Em seguida, a transpiração se elevou de novo, para depois decrescer, lentamente.

A curva de perda de água de uma folha de Laranja Caipira está representada no gráfico da figura 11. Como se observa, os valores de transpiração se apresentaram bastante irregulares, com nume-

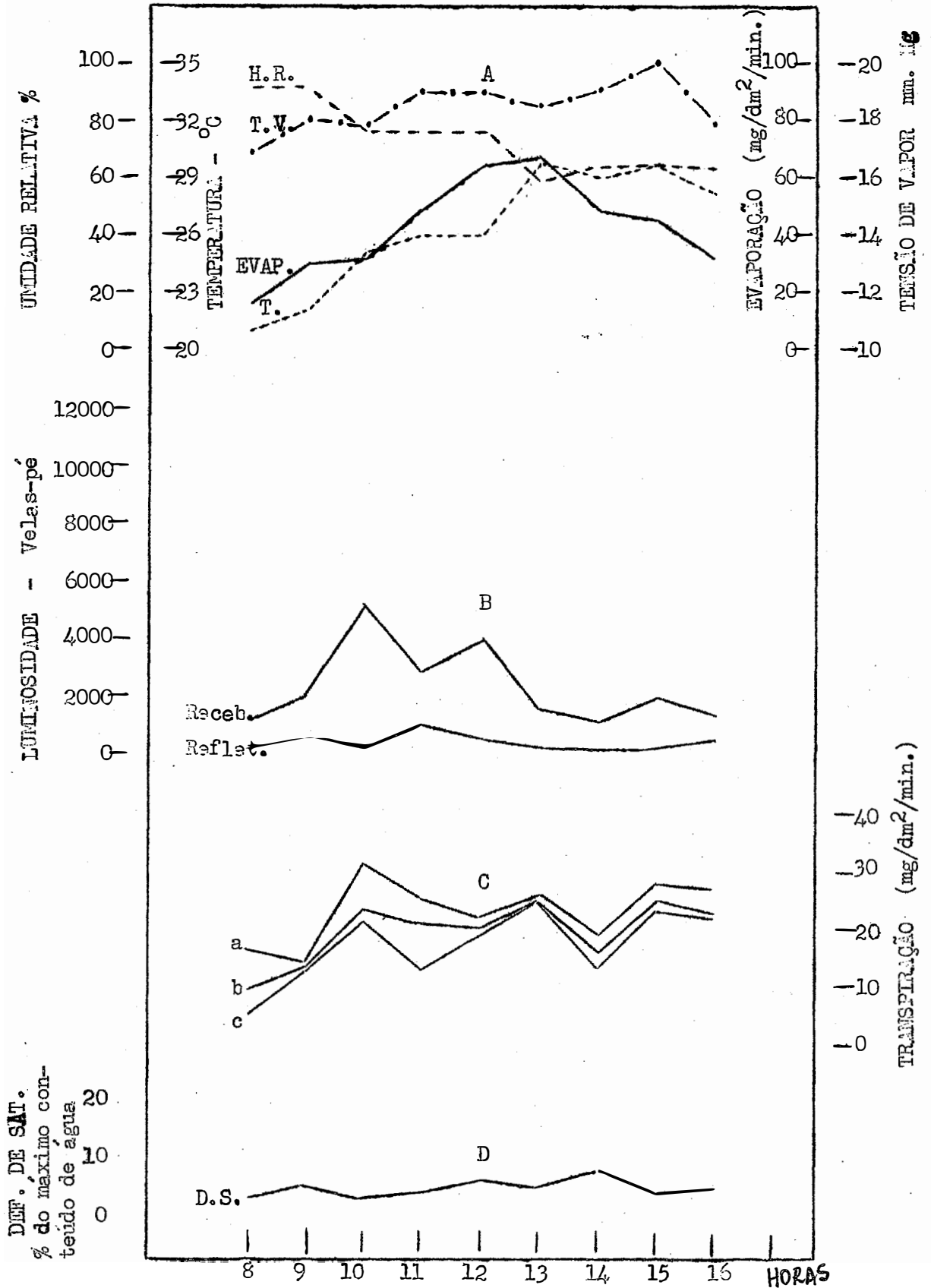


FIGURA 1 - Andamento diário da transpiração de Laranja Valência sobre Limão Cravo, no dia 27/12/68 . A - unidade relativa, temperatura, evaporação e tensão de vapor ; B - luminosidade recebida e refletida ; C - valores máximos, médios e mínimos da transpiração total ; D - déficit de saturação.

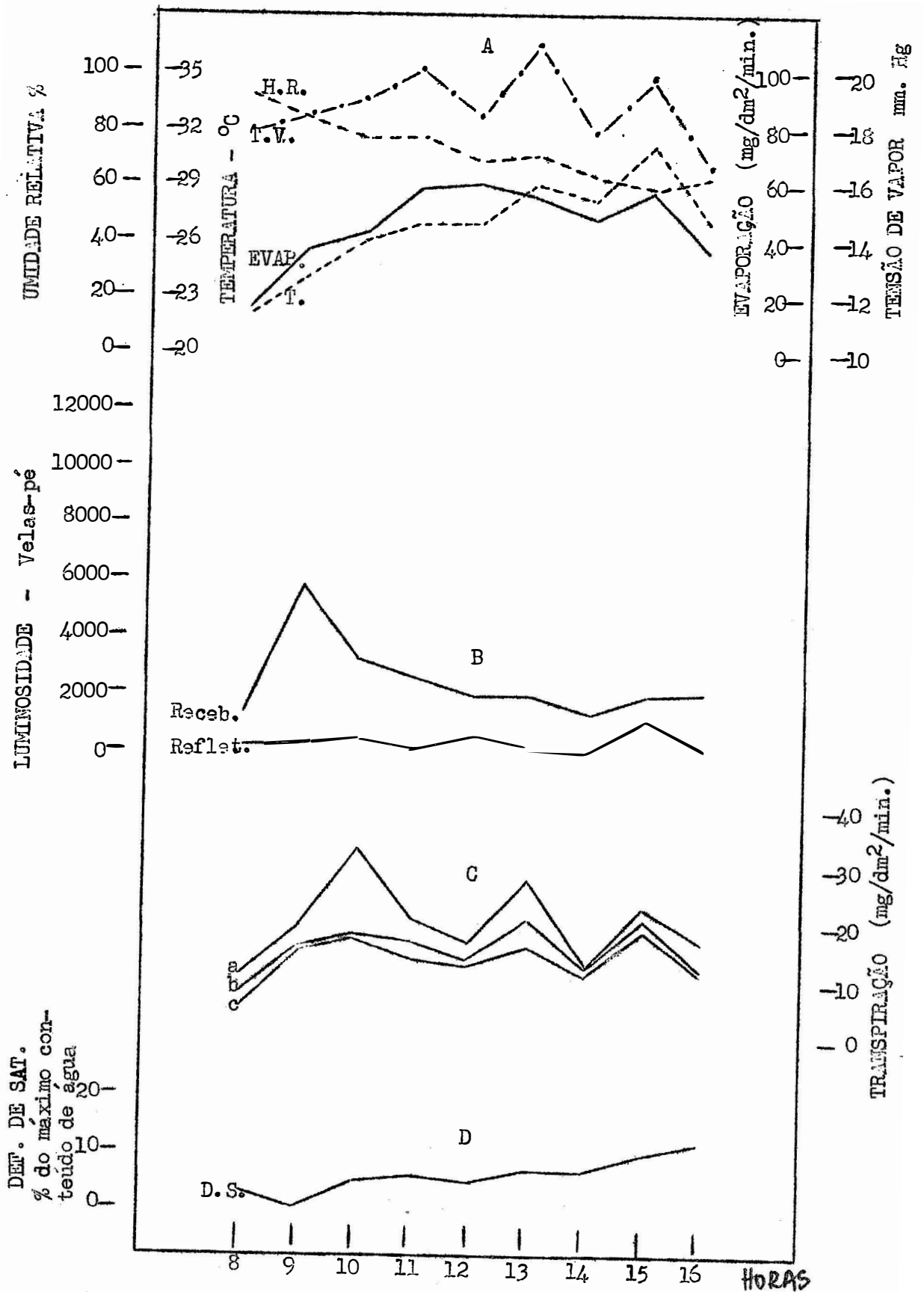


FIGURA 2 - Andamento diário da transpiração de Laranja Valência sobre Laranja Caipira, no dia 27/12/68 . A - umidade relativa, temperatura, evaporação e tensão de vapor ; B - luminosidade recebida e refletida ; C - valores máximos, médios e mínimos da transpiração total ; D - Deficit de saturação.

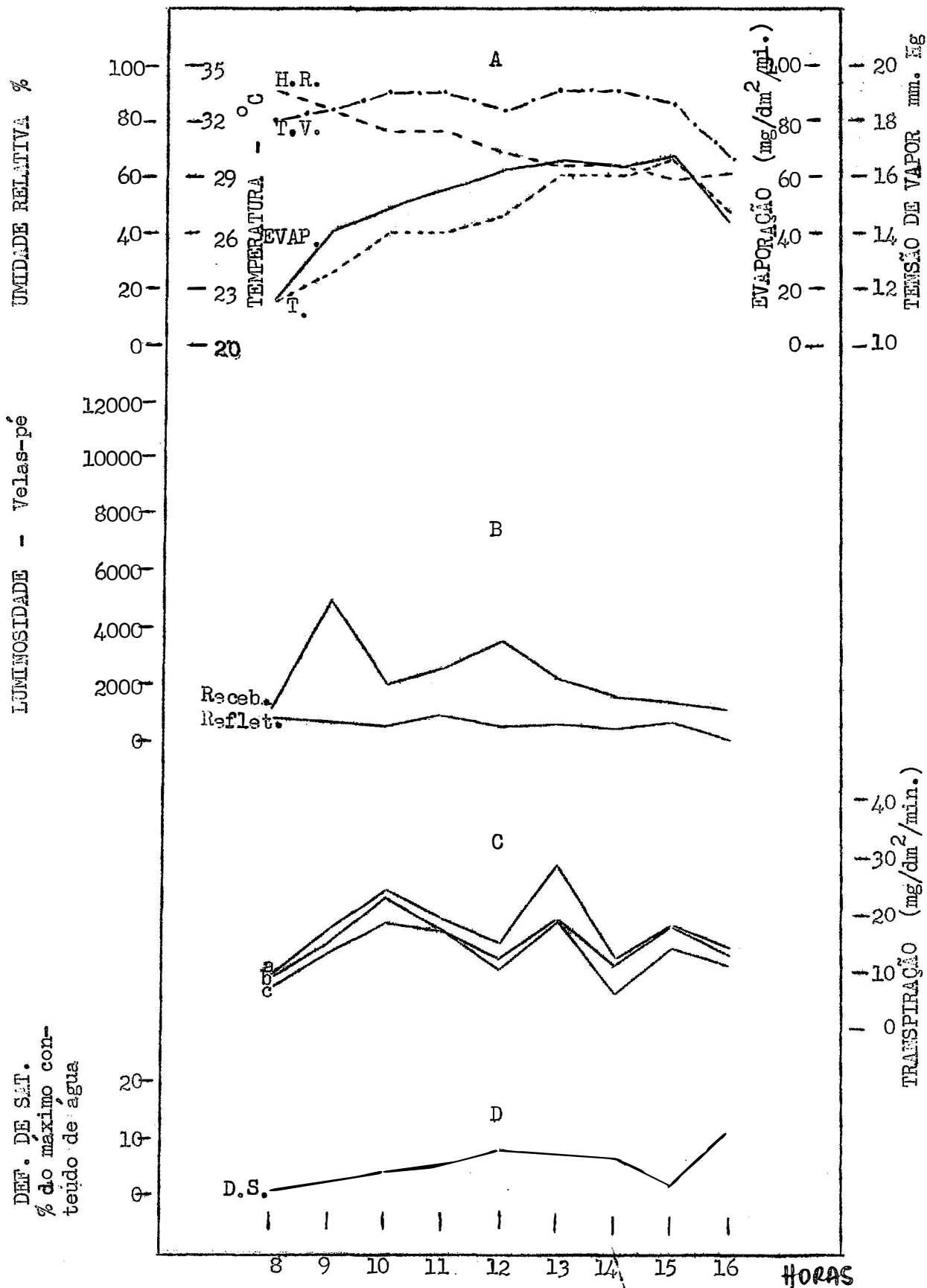


FIGURA 3 - Andamento diário da transpiração de Laranja Valência sobre Poncirus trifoliata, no dia 27/12/68. A - umidade relativa, temperatura, evaporação e tensão de vapor; B - luminosidade recebida e refletida; C - valores máximos, médios e mínimos da transpiração total; D - Deficit de saturação.

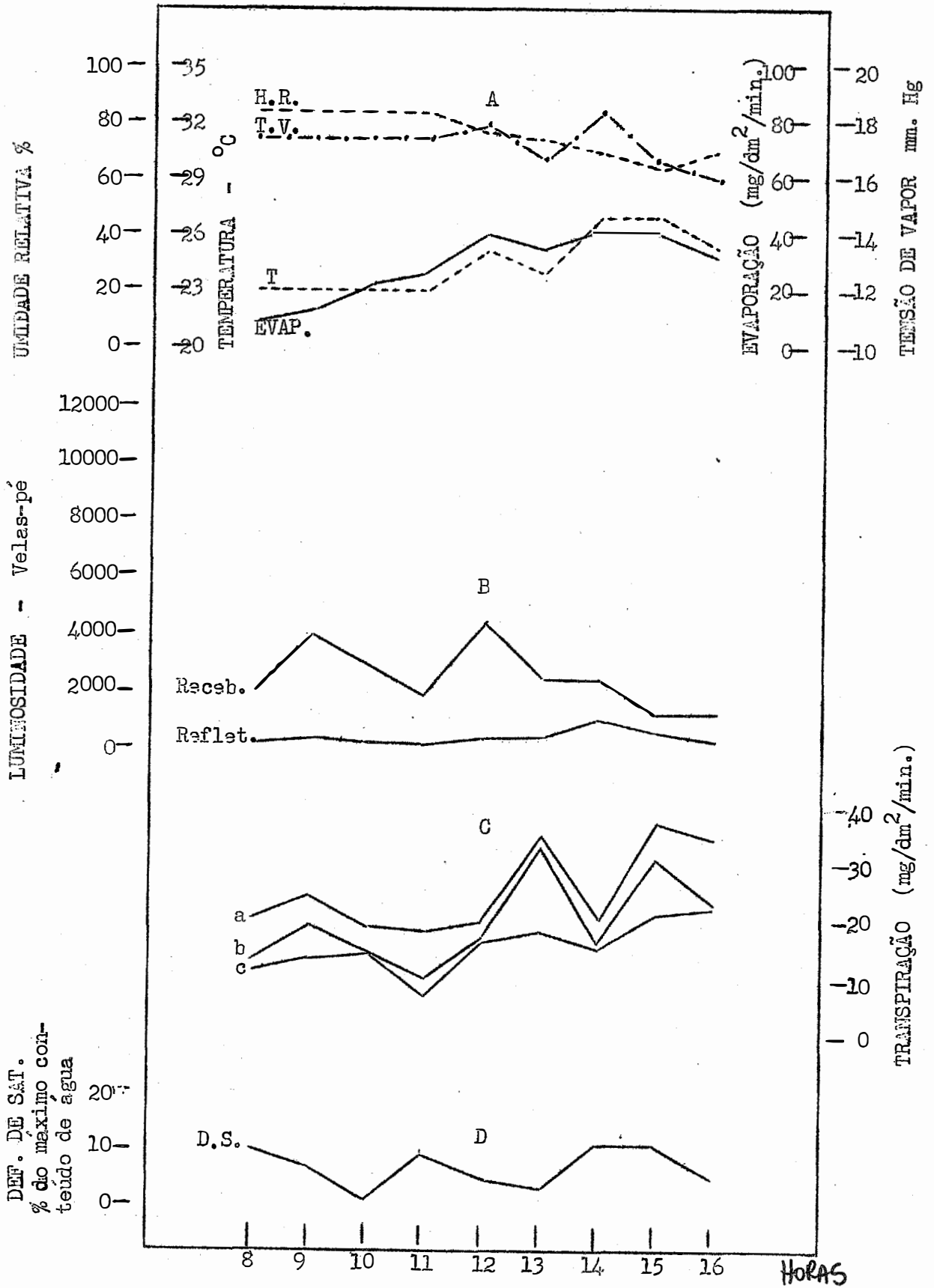


FIGURA 4 - Andamento diário da transpiração de Limão Cravo, no dia 28/12/68. A - umidade relativa, temperatura, evaporação e tensão de vapor; B - luminosidade recebida e refletida; C - valores máximos, médios e mínimos da transpiração total; D - déficit de saturação.

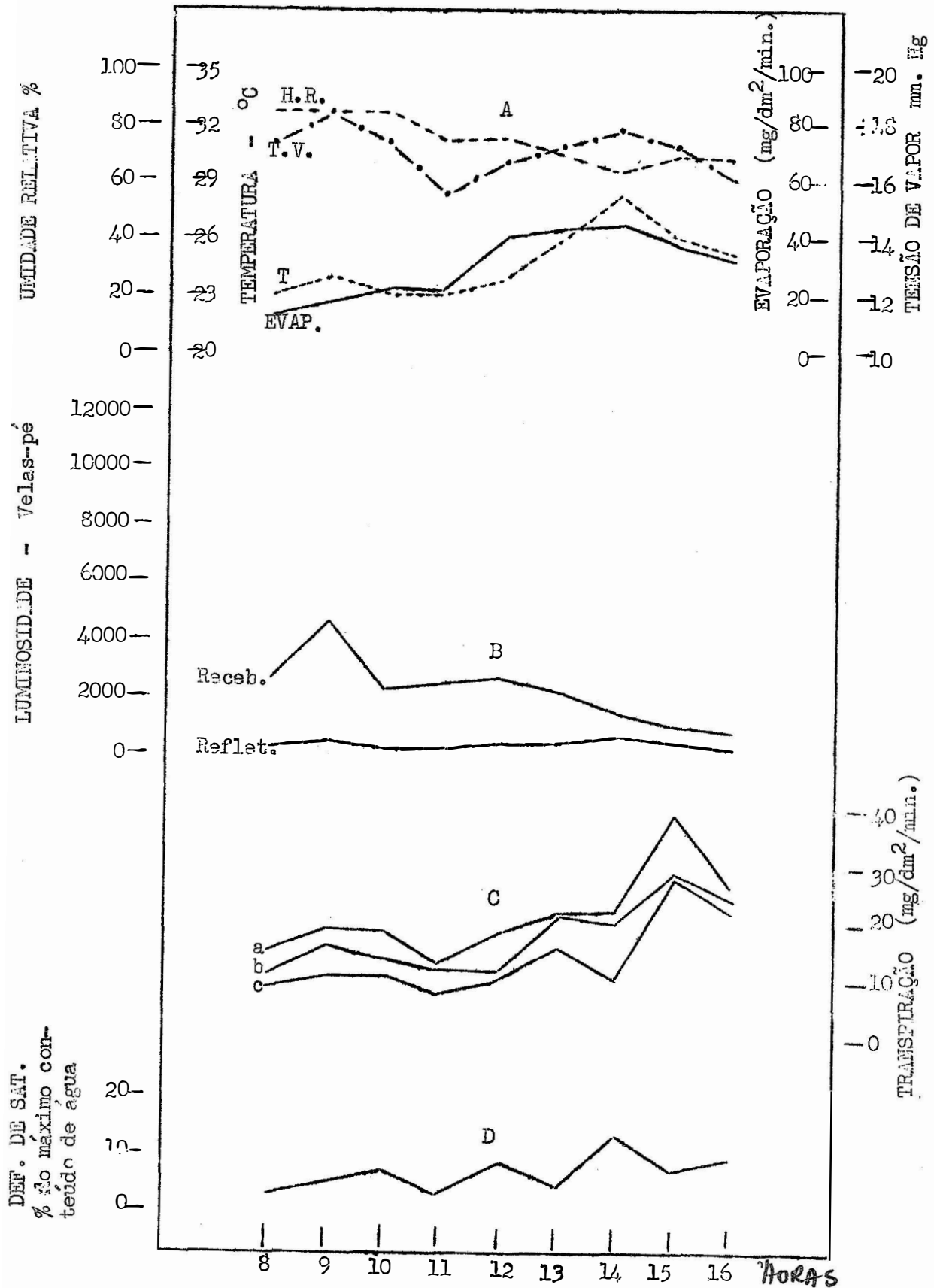


FIGURA 5 - Andamento diário da transpiração de Laranja Caipira, no dia 28/12/68. A - umidade relativa, temperatura, evaporação e tensão de vapor; B - luminosidade recebida e refletida; C - valores máximos, médios e mínimos da transpiração total; D - deficit de saturação.

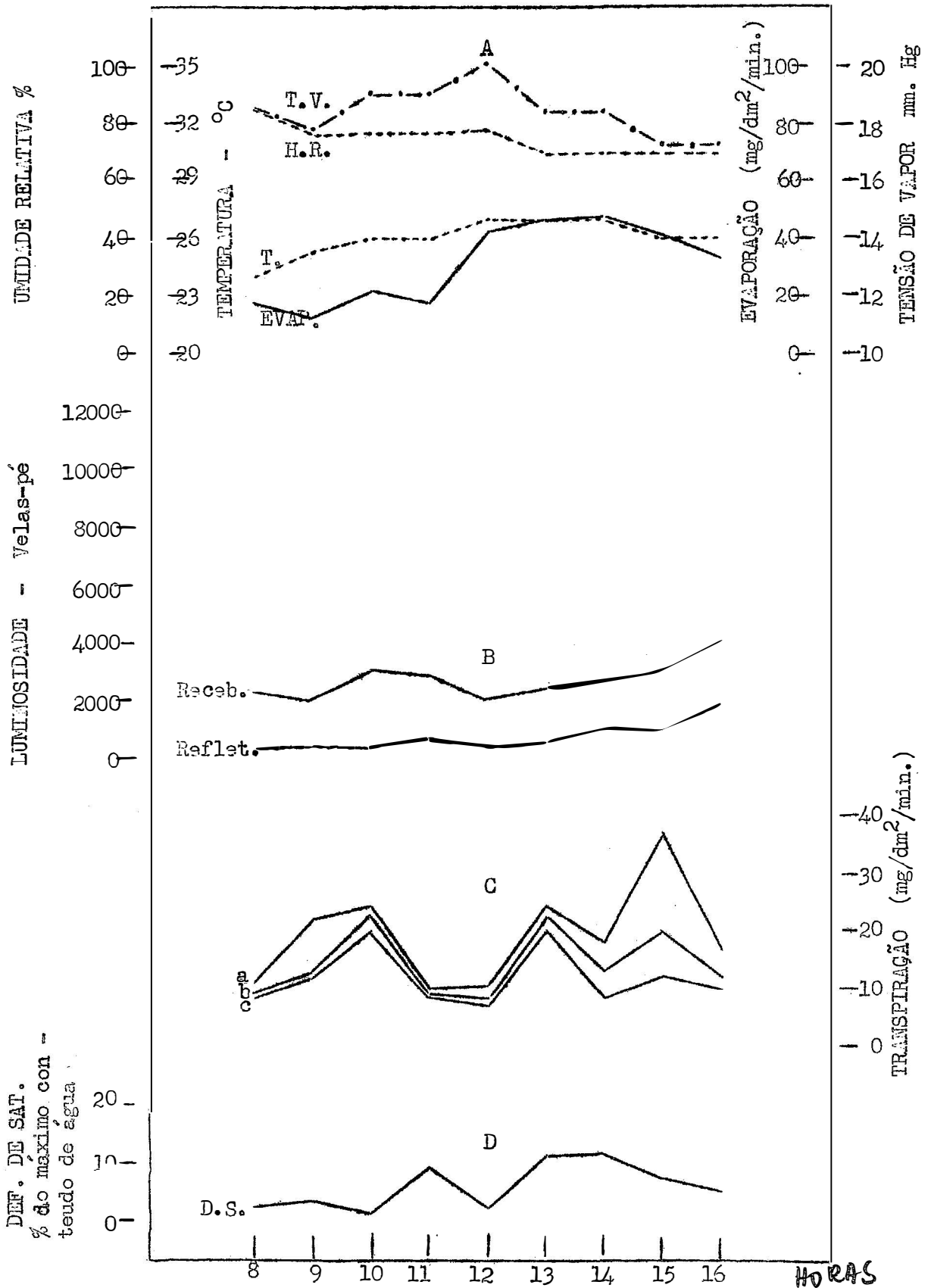


FIGURA 6 - Andamento diário da transpiração de Poncirus trifoliata, no dia 29/12/68. A - umidade relativa, temperatura, evaporação e tensão de vapor; B - luminosidade recebida e refletida; C - valores máximos, médios e mínimos da transpiração total; D - deficit de saturação.

Velocidade do movimento hidroativo de fechamento dos estômatos

Estação chuvosa

Plantas Enxertadas

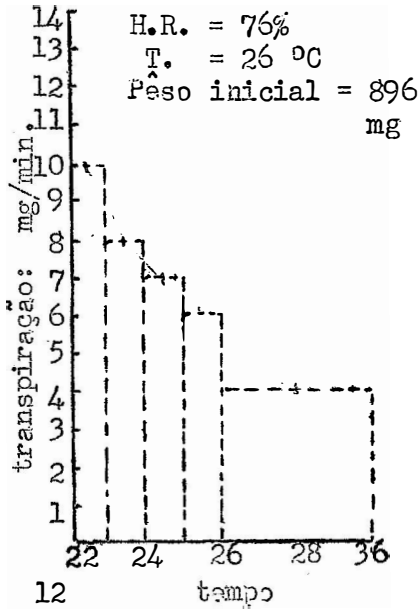


Fig. 7 - Lja. Val./
Lim. Cravo

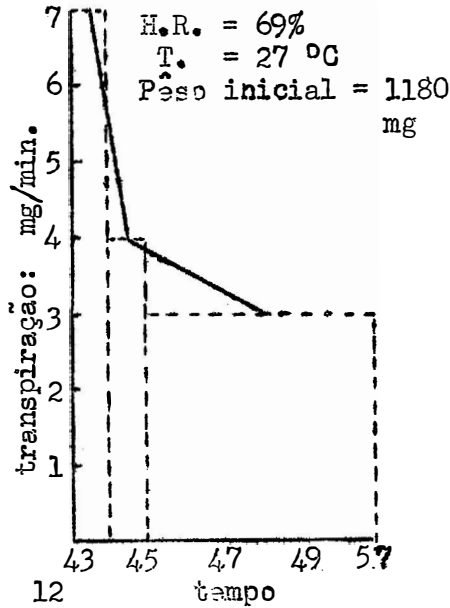


Fig. 8 - Lja. Val./
Lja. Caip.

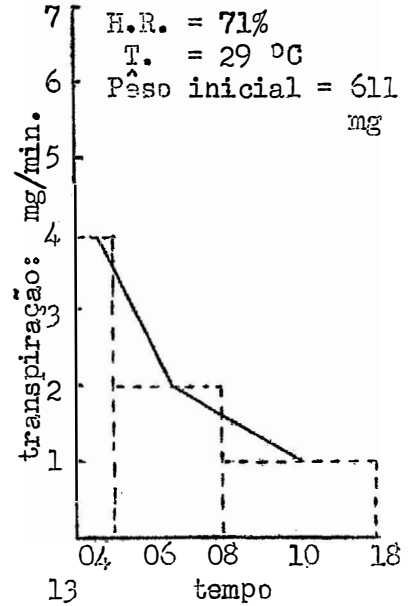


Fig. 9 - Lja. Val./
P. trif.

Plantas Francas

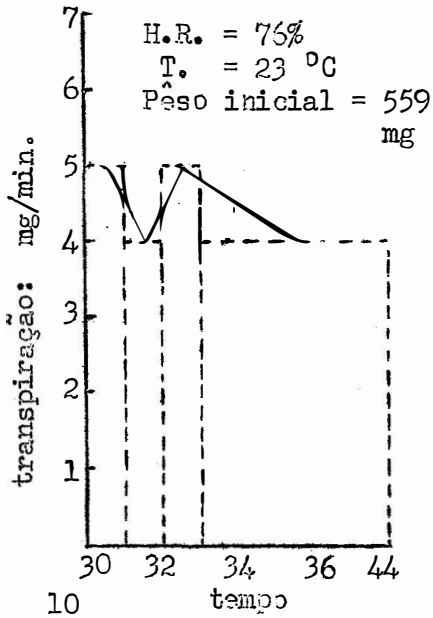


Fig. 10 - Limão Cravo

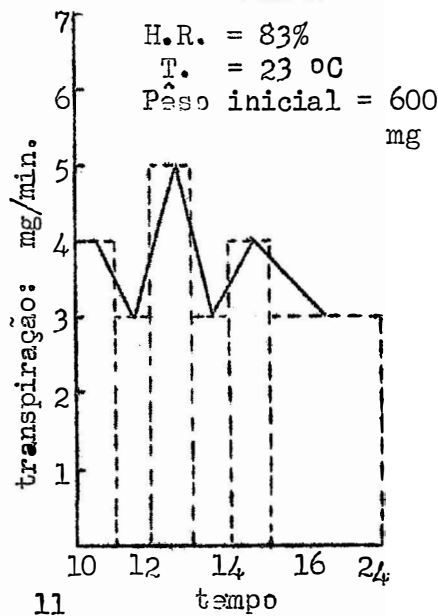


Fig. 11 - Laranja
Caipira

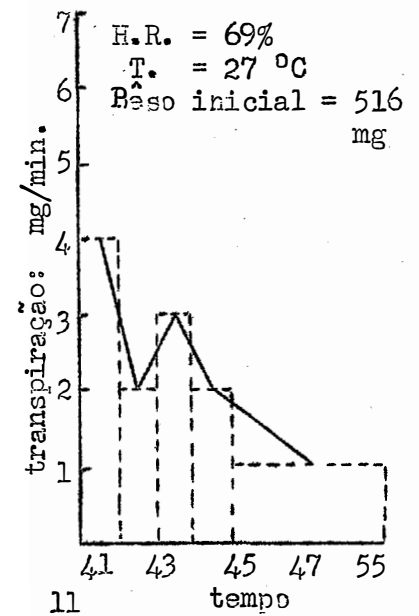


Fig. 12 - Poncirus
trifoliata

rosas oscilações. Os estômatos se mantiveram abertos até 5 minutos depois de cessado o suprimento de água.

A curva de fechamento estomático de Poncirus trifoliata, apresentada na figura 12, nos mostra que os estômatos desta planta se fecharam quase de igual forma que os da planta anteriormente estudada. Após o primeiro minuto a transpiração decresceu de 50% o seu valor inicial. Em seguida, elevou-se, para depois cair, lentamente.

4.2 - ÉPOCA SÊCA

4.2.1 - Andamento diário da temperatura, unidade relativa, evaporação, tensão de vapor e luminosidade

A seguir apresentam-se os resultados do andamento diário da temperatura, expressado em graus centígrados ($^{\circ}\text{C}$); da unidade relativa em porcentagem (%); da evaporação em miligramas por decímetro quadrado, por minuto ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min.}$); da tensão de vapor, em milímetros de mercúrio; e da luminosidade, em velas-pé.

Inúmeras observações sobre andamento diário da temperatura, unidade relativa, evaporação, tensão de vapor e luminosidade foram realizadas, em diversos dias da época sêca, especialmente naqueles em que o andamento diário da transpiração era estudado.

Nas tabelas 8 ao 10 detalham-se os dados, e nas figuras 13 ao 18 apresentam-se alguns gráficos, que representam o andamento diário desses fatores climáticos. Um estudo pormenorizado de cada um destes gráficos tornar-se-ia desnecessário, pelo que deixaremos de fazê-lo. Por isso, faremos referência, somente, às características mais gerais, encontradas no andamento dos mencionados fatores.

No período sêco, em que as presentes observações foram feitas, a unidade relativa apresentou valores relativamente baixos, já nas primeiras horas da manhã, decrescendo com relativa rapidez até as 14-15 horas, quando atingiu seu valor mínimo, ao redor de 32%.

Em certos dias (1/5/69) , as condições de umidade foram bem mais elevadas, atingindo seus valores até de 100% , no período da manhã. Em outros, tais condições foram relativamente irregulares, verificando-se tanto oscilações numerosas como amplas, durante quase todo o dia.

As curvas de andamento diário da temperatura apresentaram seus valores iniciais ao redor de 16°C , subindo progressivamente, até o máximo de 27°C , pouco depois do meio dia (1/5/69) . Em alguns dias (2 e 3/5/69) , as condições de temperatura foram relativamente mais elevadas nas primeiras horas da manhã, atingindo seus valores até 20°C , e aumentando, continuamente, até as 13 horas aproximadamente, quando atingiu seu máximo.

Os valores de tensão de vapor atingiram índices relativamente mais baixos nesta época do ano. Ao redor das 11 horas chegaram ao seu máximo, de 18,4 mm de Hg. A partir deste horário, decresceram com relativa rapidez (3/5/69) . Verifica-se que, em alguns dias, os valores de tensão de vapor foram bem mais baixos (1 e 2/5/69) . Os valores mínimos foram atingidos geralmente ao final da tarde, próximo das 16 horas.

A evaporação apresentou, já nas primeiras horas da manhã, valores ao redor de $15,8 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$. O máximo foi observado, de um modo geral, entre 12 e 14 horas ; em seguida decresceram com certa rapidez, atingindo valores próximos a $18,5 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$., nas últimas horas da tarde (1/5/69) .

De um modo geral, no período seco, em que as presentes observações foram feitas, a luminosidade recebida atingiu seus valores máximos, entre 9 e 11 horas, observando-se oscilações numerosas, durante quase todo o dia (1 e 2/5/69) . Em alguns dias, os valores da luminosidade recebida foram relativamente mais baixos e regulares, atingindo seus valores máximos dentro de 5.000 velas-pé, e os mínimos

TABELA 8 - Andamento diário dos parâmetros meteorológicos do balanço de água das plantas enxertadas. Maio 1 de 1969 .
Estação seca.*

HORA	PLANTA**	TEMP.	H. R.	T. V.	EVAP.	LUMINOSIDADE	
		°C	%	mm. Hg	mg/dm ² / minuto	Velas-pé Receb.	Reflet.
8	A	16	89	12,1	17,7	7.000	160
	B	17	100	14,4	17,4	6.000	220
	C	18	90	13,8	22,1	5.800	360
9	A	20	81	14,1	18,5	9.800	200
	B	20	72	12,6	17,7	4.000	180
	C	21	74	13,5	25,2	11.400	360
10	A	22	66	12,6	35,9	2.400	260
	B	23	66	13,9	33,0	9.000	200
	C	23	59	12,3	39,8	4.000	520
11	A	24	53	11,7	34,6	7.000	320
	B	25	54	12,7	35,4	11.600	840
	C	25	54	12,7	40,3	4.800	600
12	A	26	55	13,7	39,8	3.000	200
	B	27	49	13,1	43,4	4.200	300
	C	26	55	13,7	38,5	4.000	320
13	A	27	49	13,1	37,7	2.800	280
	B	26	55	13,7	38,5	2.200	380
	C	26	55	13,7	43,9	2.000	880

continua ...

continuação

HORA	PLANTA	TEMP.	H. R.	T. V.	EVAP.	LUMINOSIDADE	
		°C	%	mm. Hg	mg/dm ² / minuto	Velas-pé Receb.	Reflet.
14	A	26	55	13,7	39,0	2.600	140
	B	27	49	13,1	43,4	2.000	420
	C	27	49	13,1	46,8	1.800	440
15	A	26	55	13,7	30,9	1.800	220
	B	26	48	21,1	34,1	1.000	120
	C	26	48	12,1	35,3	1.000	200
16	A	25	54	12,7	23,7	500	180
	B	25	54	12,7	23,7	360	40
	C	24	60	13,3	18,5	300	60

* TEMP. - Temperatura.

H. R. - Umidade Relativa.

T. V. - Tensão de Vapor.

EVAP. - Evaporação.

** A - Laranja Valência sobre Limão Cravo.

B - Laranja Valência sobre Laranja Caipira.

C - Laranja Valência sobre Poncirus trifoliata.

TABELA 9 - Andamento diário dos parâmetros meteorológicos do balanço de água das plantas francas. Maio 2 de 1969 .
Estação seca*

HORA	PLANTA**	TEMP.	H. R.	T. V.	EVAP.	LUMINOSIDADE	
		°C	%	mm. Hg	mg/dm ² / minuto	Receb.	Reflet.
8	A	20	81	14,1	12,5	7.800	240
	B	20	81	14,1	17,4	8.000	280
9	A	22	66	12,9	26,5	9.600	320
	B	23	66	13,9	25,2	9.000	260
10	A	25	54	12,7	34,1	11.000	320
	B	25	54	12,7	35,4	10.200	300
11	A	28	51	14,2	53,8	10.800	320
	B	28	51	14,2	58,2	9.200	260
12	A	30	36	11,2	55,9	9.800	260
	B	30	36	11,2	64,0	8.400	280
13	A	31	37	12,3	62,9	9.200	200
	B	30	36	11,2	61,6	6.400	320

continua ...

continuação

HORA	PLANTA	TEMP.	H. R.	T. V.	EVAP.	LUMINOSIDADE	
		°C	%	mm. Hg	mg/dm ² / minuto	Velas-pé Recob.	Reflet.
14	A	31	32	10,6	58,2	5.600	280
	B	31	32	10,6	62,4	6.000	180
15	A	31	32	10,6	51,2	5.800	320
	B	31	32	10,6	53,8	2.200	160
16	A	29	34	10,2	48,6	4.200	300
	B	28	33	9,2	48,6	3.600	220

- * TEMP. - Temperatura.
 H. R. - Umidade Relativa.
 T. V. - Tensão de Vapor.
 EVAP. - Evaporação.
 ** A - Limão Cravo.
 B - Laranja Caipira.

TABELA 10 - Andamento diário dos parâmetros meteorológicos de balanço hídrico da planta franca Poncirus trifoliata.
Maio 3 de 1969 . Estação sêca*.

HORA	PLANTA **	TEMP.	H. R.	T. V.	EVAP.	LUMINOSIDADE	
		°C	%	mm. Hg	mg/dm ² / minuto	Receb.	Reflet.
8	C	20	72	12,6	15,8	3.400	260
9	C	22	82	16,2	18,2	2.000	800
10	C	23	76	17,8	28,6	5.000	600
11	C	27	69	18,4	43,0	5.000	800
12	C	29	58	17,2	56,4	2.000	300
13	C	30	53	16,6	61,3	3.000	700
14	C	29	46	13,6	58,9	1.000	320
15	C	29	46	13,6	55,0	4.400	280
16	C	28	39	10,8	44,1	3.400	300

* TEMP. - Temperatura .

H. R. - Umidade Relativa .

T. V. - Tensão de Vapor .

EVAP. - Evaporação .

** C - Poncirus trifoliata .

de 1.000 velas-pé. A luminosidade refletida atingiu valores próximos a 300-400 velas-pé, durante quase todo o dia (1 e 2/5/69). Em outros, oscilou com relativa amplitude, ao redor desses valores (3/5/69).

4.2.2 - Andamento diário da transpiração total

Para a investigação do andamento diário da transpiração total, foram escolhidos, os porta-enxertos Limão Cravo, Laranja Caipira e Poncirus trifoliata, e a variedade de laranja doce denominada Valência sobre cada um dos mencionados porta-enxertos.

A seguir, apresentam-se os resultados do andamento diário da transpiração total, expressada em miligramas por decímetro quadrado por minuto ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min.}$).

Nas tabelas 11 ao 13 expõem-se os valores detalhados do andamento diário da transpiração total, das plantas enxertadas e francas, da época do ano em estudo.

Na figura 13 apresentam-se os valores obtidos sobre o andamento diário da transpiração de Laranja Valência sobre Limão Cravo. Observa-se que os valores da curva de evaporação, se apresentaram em forma relativamente crescentes até pouco depois das 14 horas, quando passaram a decrescer, lentamente, até próximo das 16 horas. A curva de transpiração desta planta, mostra dois máximos. O primeiro deles ocorreu ao redor das 11 horas, enquanto que o segundo foi atingido pouco depois das 14 horas.

O andamento diário da transpiração de Laranja Valência sobre Laranja Caipira acha-se representado no gráfico da figura 14. Verifica-se que a evaporação aumentou continuamente, até ao redor do meio dia, quando atingiu seu máximo. Em seguida, decresceu lentamente até as 13 horas, quando se elevou novamente, para tornar baixar as 14 horas. Os valores da transpiração apresentaram-se bastante irregulares, atingindo seu máximo ao meio dia.

Na figura 15 está representado o andamento diário da transpiração de Laranja Valência sobre Poncirus trifoliata. Como nos mostra o gráfico da figura mencionada, a transpiração desta planta elevou-se, no dia em que seu andamento diário foi determinado, até as 12 horas, acompanhando, assim, a curva da evaporação. A partir deste momento, embora a evaporação continuasse a aumentar, atingindo seu máximo depois das 14 horas, a transpiração caiu rapidamente, até ao redor das 13 horas. Das 13 as 14 horas, elevou-se novamente, quando decresceu, definitivamente, até o fim da tarde.

O Limão Cravo apresentou um andamento diário de transpiração relativamente diverso de todas as plantas até aqui analisadas. No gráfico da figura 16. Pode-se observar que, enquanto a curva da evaporação elevou-se até perto das 13 horas, a da transpiração apresentava valores bastante baixos, aumentando, muito lentamente, nas primeiras horas da manhã e um pouco depois do meio dia. Após as 13 horas a evaporação decresceu. Ao contrário, a transpiração aumentou um pouco, até as 15 horas, quando começou a decrescer lentamente.

O andamento diário da transpiração de Laranja Caipira acha-se representado na figura 17. Pode-se observar que a evaporação elevou-se até perto das 14 horas, decaindo, de maneira uniforme, no final da tarde. A transpiração desta planta, apresentou valores bastante baixos, durante todo o dia. Apenas ao meio dia, houve uma pequena elevação da transpiração. Verifica-se, ainda, um segundo máximo, atingido ao redor das 15 horas.

No gráfico da figura 18 são apresentados os valores obtidos do andamento diário da transpiração de Poncirus trifoliata. Verifica-se que, ao passo que a curva de evaporação aumentava continuamente até as 13 horas, a curva da transpiração apresentava valores bem baixos. Após as 13 horas a evaporação decresceu passando a acompanhar, paralelamente, a curva da transpiração.

TABELA 11 - Andamento diário do balanço hídrico das plantas enxertadas. Maio 1.^o de 1969 . Estação seca.

HORA.	PLANTA *	FÓLHA	TRANSPIRAÇÃO mg/dm ² /minuto	DÉFICIT DE SATURAÇÃO ** (%)
8	A	a	10,1	5,1
		b	9,6	1,3
		c	6,7	5,6
	B	a	22,4	2,5
		b	8,2	2,5
		c	7,7	2,7
	C	a	10,0	2,4
		b	8,1	0,4
		c	6,7	3,0
9	A	a	9,0	9,0
		b	7,1	9,1
		c	5,6	8,3
	B	a	14,5	5,6
		b	9,0	4,9
		c	4,1	7,0
	C	a	10,8	7,9
		b	8,5	10,3
		c	5,6	10,6

continua ...

continuação

HORA	PLANTA	FÔLHA	TRANSPIRAÇÃO mg/dm ² /minuto	DÉFICIT DE SATU- RAÇÃO (%)
10	A	a	17,5	6,5
		b	10,6	8,9
		c	9,0	6,9
	B	a	17,4	7,4
		b	12,8	8,6
		c	12,2	9,9
	C	a	14,5	5,7
		b	8,1	1,7
		c	5,8	2,9
11	A	a	22,5	10,4
		b	21,1	11,9
		c	20,5	7,0
	B	a	15,4	11,0
		b	14,6	6,8
		c	10,8	4,9
	C	a	16,3	8,1
		b	12,8	8,7
		c	11,9	7,9
12	A	a	17,1	9,5
		b	10,2	6,6
		c	6,8	9,4

continua ...

continuação

HORA	PLANTA	FÓLHA	TRANSPIRAÇÃO mg/dm ² /minuto	DÉFICIT DE SATU- RAÇÃO (%)
	B	a	32,3	10,6
		b	18,9	8,4
		c	10,6	11,6
	C	a	17,5	7,7
		b	15,5	7,1
		c	13,3	11,1
13	A	a	21,2	8,0
		b	20,2	8,5
		c	13,4	9,1
	B	a	18,5	9,6
		b	16,7	13,4
		c	16,7	9,6
	C	a	8,3	9,0
		b	7,6	14,1
		c	6,4	8,8
14	A	a	27,1	9,2
		b	23,8	9,6
		c	19,0	9,5
	B	a	25,0	6,7
		b	21,3	9,1
		c	17,2	11,3

continua ...

continuação

HORA	PLANTA	FÔLHA	TRANSPIRAÇÃO	DÉFICIT DE SATU-		
			mg/dm ² /minuto	RAÇÃO	(%)	
15	C	a	16,7		9,6	
		b	8,8		8,4	
		c	6,0		8,5	
	A	a	a	23,8		9,2
			b	17,5		4,8
			c	8,8		7,5
		B	a	20,0		7,5
			b	11,3		7,9
			c	7,4		8,8
C	a	10,1		8,0		
	b	9,8		7,2		
	c	8,3		12,7		
16	A	a	11,9		6,8	
		b	7,7		5,5	
		c	7,2		8,7	

continua ...

continuação

HORA	PLANTA	FÓLHA	TRANSPIRAÇÃO	DÉFICIT DE SATU-
			mg/dm ² /minuto	RAÇÃO (%)
	B	a	8,8	8,4
		b	6,7	6,8
		c	5,6	8,6
	C	a	6,4	7,5
		b	6,2	7,7
		c	3,3	7,6

** Déficit de saturação em porcentagem do máximo conteúdo de água.

** A - Laranja Valência sôbre Limão Cravo.

B - Laranja Valência sôbre Laranja Caipira.

C - Laranja Valência sôbre Poncirus trifoliata.

TABELA 12 - Andamento diário do balanço hídrico das plantas francas.
Maio 2 de 1969 . Estação seca.

HORA	PLANTA*	FÔLHA	TRANSPIRAÇÃO mg/dm ² /minuto	DÉFICIT DE SATU- RAÇÃO ** (%)
8	A	a	8,8	10,3
		b	8,3	15,0
		c	7,9	13,5
	B	a	6,9	19,5
		b	4,6	25,5
		c	3,9	18,9
9	A	a	7,6	6,7
		b	7,2	6,5
		c	5,6	3,1
	B	a	6,7	29,2
		b	5,4	26,1
		c	4,4	16,1
10	A	a	11,9	16,8
		b	9,1	10,4
		c	7,9	11,8
	B	a	5,6	11,8
		b	4,8	23,7
		c	4,5	22,7

continua ...

continuação

HORA	PLANTA	FÔLHA	TRANSPIRAÇÃO mg/dm ² /minuto	DÉFICIT DE SATU- RAÇÃO (%)
11	A	a	10,1	12,6
		b	8,5	13,0
		c	6,7	12,8
	B	a	7,9	21,5
		b	7,8	12,8
		c	5,1	30,9
12	A	a	7,2	10,9
		b	5,4	10,4
		c	4,5	10,4
	B	a	9,0	22,0
		b	4,4	30,0
		c	3,8	27,0
13	A	a	9,7	10,3
		b	9,3	11,3
		c	5,6	11,8
	B	a	5,7	26,4
		b	5,2	18,9
		c	4,4	28,1

continua ...

continuação

HORA	PLANTA	FÔLHA	TRANSPIRAÇÃO mg/dm ² /minuto	DÉFICIT DE SATU- RAÇÃO (%)
14	A	a	9,6	11,0
		b	6,4	10,0
		c	3,7	9,6
	B	a	5,5	12,7
		b	4,8	24,4
		c	4,0	31,7
15	A	a	10,9	16,7
		b	5,6	12,5
		c	5,1	20,7
	B	a	7,9	29,8
		b	5,2	33,8
		c	4,4	17,0
16	A	a	8,8	8,9
		b	3,5	11,6
		c	2,9	15,9
	B	a	6,4	18,6
		b	4,4	7,9
		c	3,6	8,9

* A - Limão Cravo.

B - Laranja Caipira.

** Déficit de saturação em % do máximo conteúdo de água.

TABELA 13 - Andamento diário do balanço hídrico da planta franca Poncirus trifoliata. Maio 3 de 1969. Estação sêca.

HORA	PLANTA *	FÔLHA	TRANSPIRAÇÃO mg/dm ² /minuto	DÉFICIT DE SATU- RAÇÃO ** (%)
8	C	a	9,5	2,9
		b	4,8	3,3
		c	4,8	3,7
9	C	a	7,6	3,3
		b	7,2	3,1
		c	6,4	3,1
10	C	a	11,1	2,3
		b	9,3	2,2
		c	6,9	2,5
11	C	a	10,4	3,6
		b	9,8	9,7
		c	9,0	6,1
12	C	a	9,8	2,2
		b	5,9	8,2
		c	3,2	2,5
13	C	a	9,8	8,8
		b	7,4	4,4
		c	4,4	6,5

continua ...

continuação

HORA	PLANTA	FÔLHA	TRANSPIRAÇÃO mg/dm ² /minuto	DÉFICIT DE SATU- RAÇÃO (%)
14	C	a	8,8	10,0
		b	5,9	10,4
		c	5,9	6,8
15	C	a	8,8	5,8
		b	6,2	6,3
		c	4,8	3,8
16	C	a	5,9	7,9
		b	3,6	4,2
		c	3,5	8,6

* C - Poncirus trifoliata.

** Déficit de saturação em % do máximo conteúdo de água.

4.2.3 - Velocidade da transpiração cuticular

A seguir apresentam-se os resultados da velocidade da transpiração cuticular, expressada em miligramas por minuto (mg/min.), das plantas cítricas em estudo, durante a época seca.

Com a finalidade, de dar uma idéia sobre a ordem de grandeza dos valores da transpiração cuticular, foram feitas algumas determinações que são apresentadas na tabela 14.

4.2.4 - Déficit de saturação das folhas

Em continuação, expõem-se os resultados do déficit de saturação das folhas, expressados em porcentagem do máximo conteúdo de água (% do máximo conteúdo de água).

Nas tabelas 11 ao 13 estão os dados, e nas figuras 13 ao 18 alguns gráficos que representam a curva do déficit de saturação das folhas empregadas para confecção da curva dos valores máximos do andamento diário da transpiração total.

Na figura 13 acha-se representado o déficit de saturação das folhas de Laranja Valência sobre Limão Cravo. A curva mostra que houve um pequeno aumento, entre as 8 e 9 horas, passando, então o déficit a decrescer, lentamente, até cerca das 10 horas. Das 10 as 11 horas, o déficit de saturação aumentou novamente, atingindo seu máximo. Dessa hora em diante, não apresentou diferenças consideráveis.

A curva do déficit de saturação das folhas de Laranja Valência sobre Laranja Caipira está representada no gráfico da figura 14. Observa-se que os valores se apresentaram crescentes até próximo das 11 horas, quando atingiram seu máximo. Das 11 às 14 horas o déficit de saturação decresceu lentamente, passando a aumentar novamente, até próximos das 16 horas.

TABELA 14 - Velocidade da transpiração cuticular. Estação seca.

PLANTA *	TRANSPIRAÇÃO	PÊSO INICIAL mg.	CONDIÇÕES **	
	CUTICULAR mg/minuto		H. R. %	T. °C
A	2	1.720	53	30
	2			
	1			
	1			
	1			
B	2	1.967	53	30
	2			
	2			
	1			
	1			
C	2	906	53	30
	1			
	0			
	1			
	0			
A'	2	808	47	30
	1			
	1			
	1			
	1			

continua ...

continuação

PLANTA	TRANSPIRAÇÃO	PESO INICIAL	CONDIÇÕES	
	CUTICULAR		H. R. %	T. °C
	mg/minuto	mg.		
B'	2	477	47	30
	1			
	1			
	1			
	1			
C'	1	618	47	30
	1			
	1			
	0			
	1			

- * A - Laranja Valência sobre Limão Cravo.
- B - Laranja Valência sobre Laranja Caipira.
- C - Laranja Valência sobre Poncirus trifoliata.
- A' - Limão Cravo.
- B' - Laranja Caipira.
- C' - Poncirus trifoliata.

** H.R. - Umidade Relativa.

T - Temperatura.

O estudo do déficit de saturação das folhas de Laranja Valência sobre Poncirus trifoliata está representado na figura 15 . Verifica-se que houve um pequeno aumento entre 8 e 9 horas, passando , então, a decrescer, lentamente, até pouco depois das 10 horas. Das 10 as 11 horas, elevou-se, novamente, tornando a baixar até ao redor do meio dia. Das 12 as 14 horas, os valores aumentavam, atingindo seu máximo. Dessa hora em diante, passaram a diminuir continuamente, até o fim da tarde.

No gráfico da figura 16 aparecem os valores obtidos do déficit de saturação das folhas de Limão Cravo. A curva mostra que houve um pequeno decréscimo, entre 8 e 9 horas, quando elevou-se com relativa rapidez, até um pouco depois das 10 horas. Das 10 as 12 horas diminuiu lentamente, passando a um valor estacionário, até ao redor das 14 horas, quando se elevou novamente, até as 15 horas, passando daí em diante a decrescer.

A curva do déficit de saturação das folhas da Laranja Cai-pira acha-se representada na figura 17. Ela mostra uma variação bastante irregular durante todo o dia, atingindo três máximos, às 9, 13 e 15 horas, aproximadamente. Os valores mínimos foram encontrados ao redor das 10 e 14 horas.

Na figura 18 está representada a curva do déficit de saturação das folhas de Poncirus trifoliata. Ela mostra que, das 8 as 12 horas, não houve diferenças consideráveis, passando, neste momento a aumentar com relativa rapidez, até as 14 horas, quando atingiu seu máximo. Das 14 as 15 horas decresceu lentamente, para tornar a aumentar, até pouco depois das 16 horas.

4.2.5 - Movimento hidroativo dos estômatos

A seguir, apresentam-se os resultados do movimento hidroativo dos estômatos, expressado em miligramas por minuto (mg/min.) ,

das plantas enxertadas e francas, durante a época seca.

Nas figuras 19 ao 24 aparecem alguns gráficos que representam os valores do movimento hidroativo dos estômatos das folhas estudadas.

A curva de perda de água de uma folha de Laranja Valência sobre Limão Cravo, está representada na figura 19. Observa-se que a transpiração decresceu de 8 mg/min. para 6 mg/min., após o primeiro minuto. Em seguida, a transpiração elevou-se, novamente, passando, então a diminuir, constantemente.

A Laranja Valência sobre Laranja Caipira, cuja curva de reação estomática está representada no gráfico da figura 20, fechou seus estômatos com relativa rapidez. Em apenas um minuto conseguiu restringir sua transpiração inicial, de aproximadamente 60%.

A figura 21 mostra uma curva de perda de água de uma folha de Laranja Valência sobre Poncirus trifoliata. Verifica-se que os valores de transpiração apresentaram-se relativamente baixos; os estômatos mantiveram-se abertos até 4 minutos depois de cessado o suprimento de água. Após o primeiro minuto, a transpiração decresceu para 50% do seu valor inicial. Em seguida, elevou-se tornando cair lentamente.

Na figura 22 apresenta-se a curva de fechamento dos estômatos de Limão Cravo. Observa-se, no gráfico da referida figura, que cerca de 7 minutos após a supressão do abastecimento de água, pelo destacamento da folha, esta já havia fechado seus estômatos.

A curva de fechamento estomático de Laranja Caipira, acha-se na figura 23. Verifica-se que seus valores de transpiração decresceram com relativa rapidez. Uma redução de 66% do valor inicial da transpiração é conseguido, após 7 minutos.

No gráfico da figura 24 apresenta-se a curva de perda de água de uma folha de Poncirus trifoliata. Observa-se que esta plan-

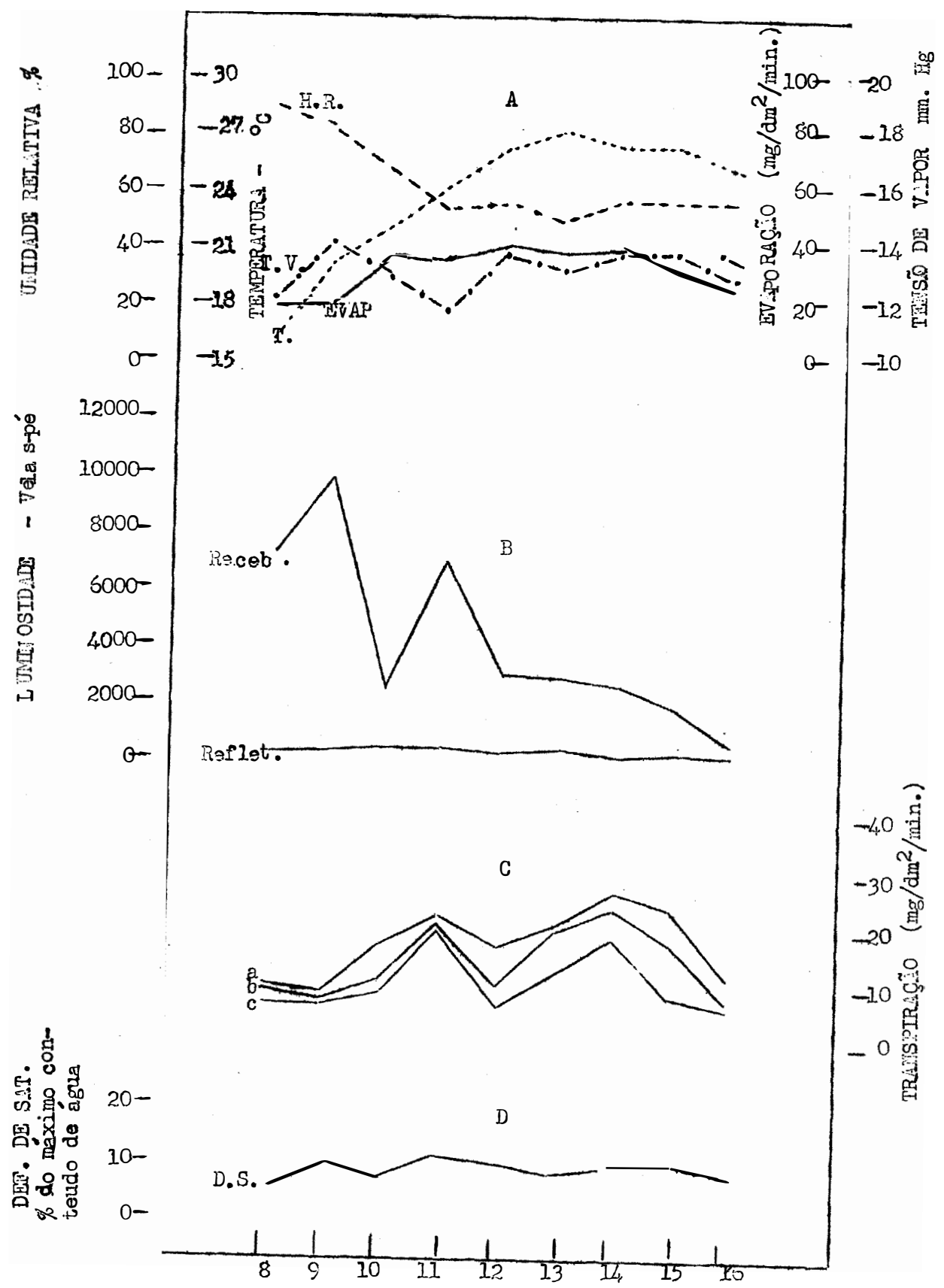


FIGURA 13 - Andamento diário da transpiração de Laranja Valência sobre Limão Cravo, no dia 1/5/69. A - unidade relativa, temperatura, evaporação e tensão de vapor; B - luminosidade recebida e refletida; C - valores máximos, médios e mínimos da transpiração total; D - déficit de saturação.

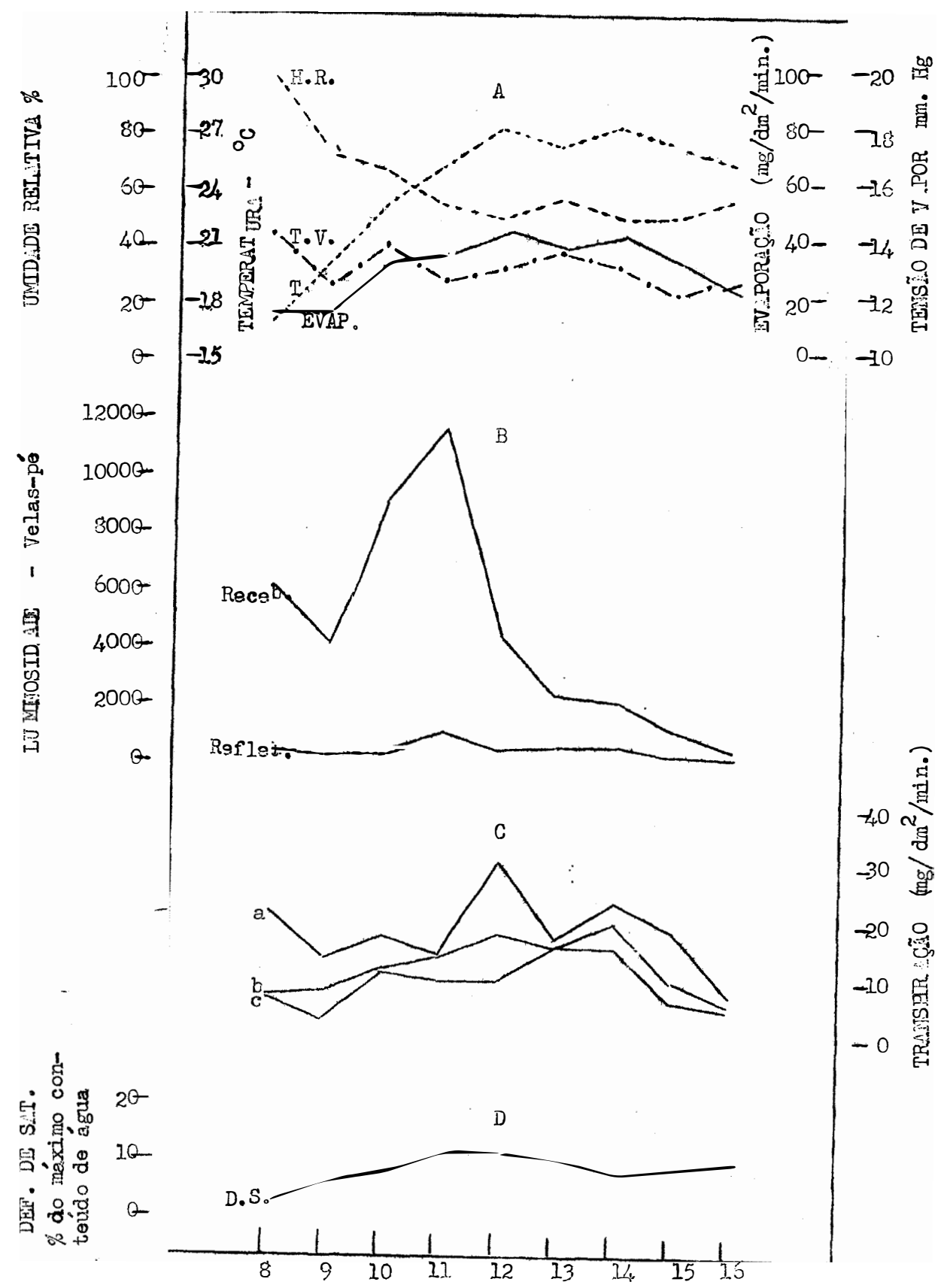


FIGURA 14 - Andamento diário da transpiração de Laranja Valência sobre Laranja Caipira, no dia 1/5/69. A - umidade relativa, temperatura, evaporação e tensão de vapor; B - luminosidade recebida e refletida; C - valores máximos, médios e mínimos da transpiração total; D - deficit de saturação.

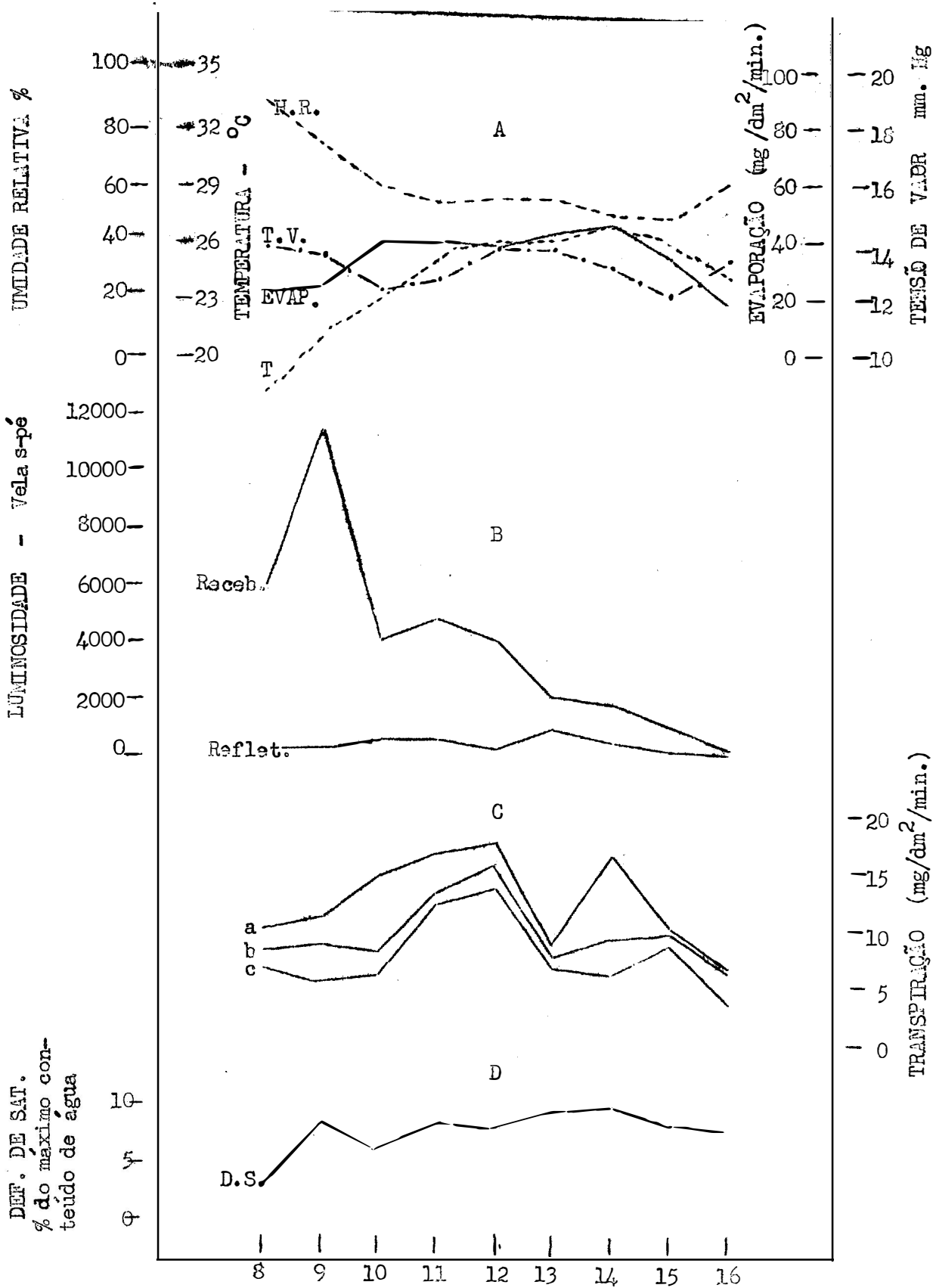


FIGURA 15 - Andamento diário da transpiração de Laranja Valência sobre *Poncirus trifoliata*, no dia 1/5/69. A - Umidade relativa, temperatura, evaporação e tensão de vapor; B - luminosidade recebida e refletida; C - valores máximos, médios e mínimos da transpiração total; D - deficit de saturação.

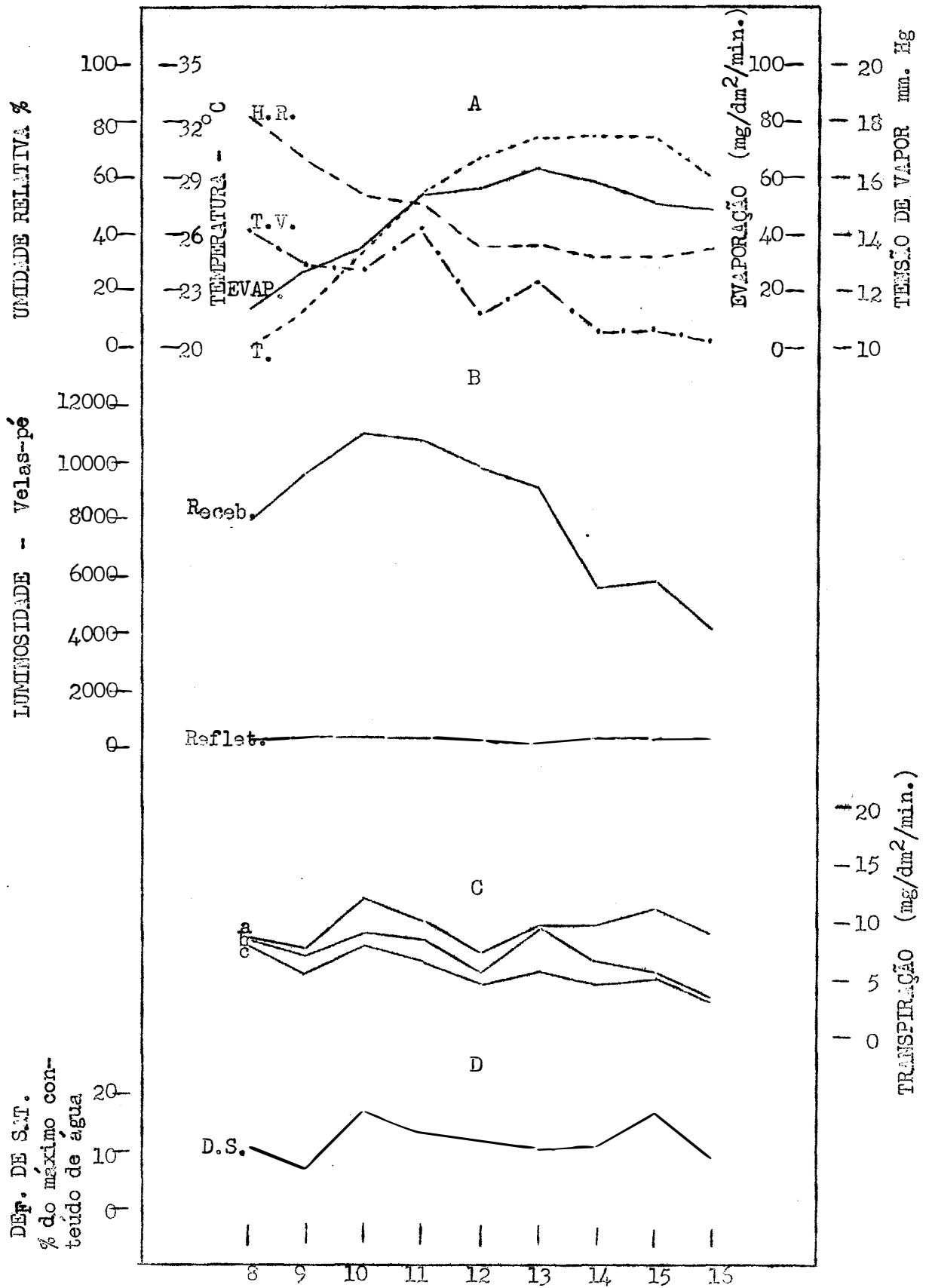


FIGURA 16 - Andamento diário da transpiração de Limão Cravo, no dia 2/5/69. A - unidade relativa, temperatura, evaporação e tensão de vapor; B - luminosidade recebida e refletida; C - valores máximos, médios e mínimos da transpiração total; D - déficit de saturação.

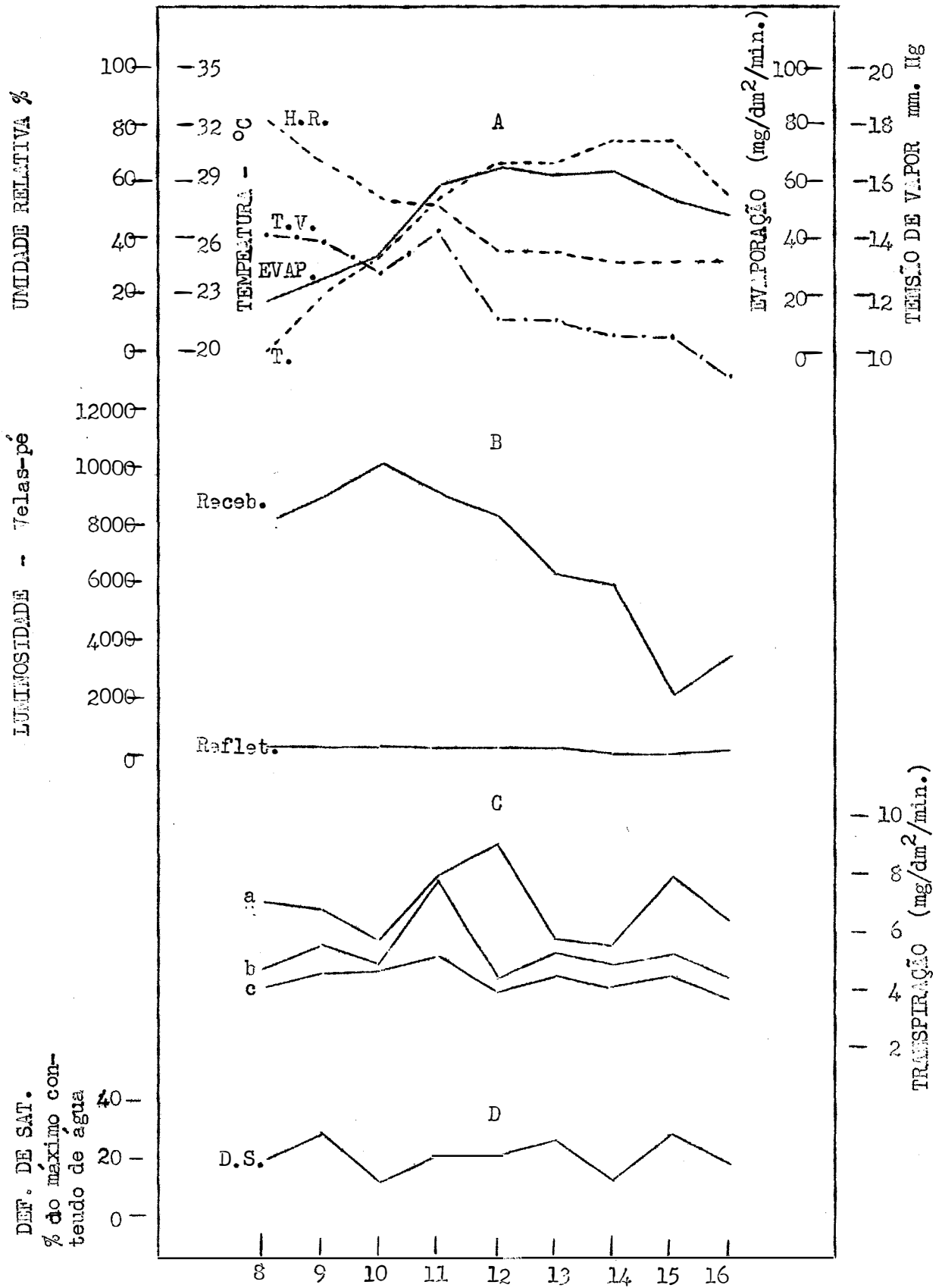


FIGURA 17 - Andamento diário da transpiração de Laranja Caipira, no dia 2/5/69. A - unidade relativa, temperatura, evaporação e tensão de vapor; B - luminosidade recebida e refletida; C - valores máximos, médios e mínimos da transpiração total; D - déficit de saturação.

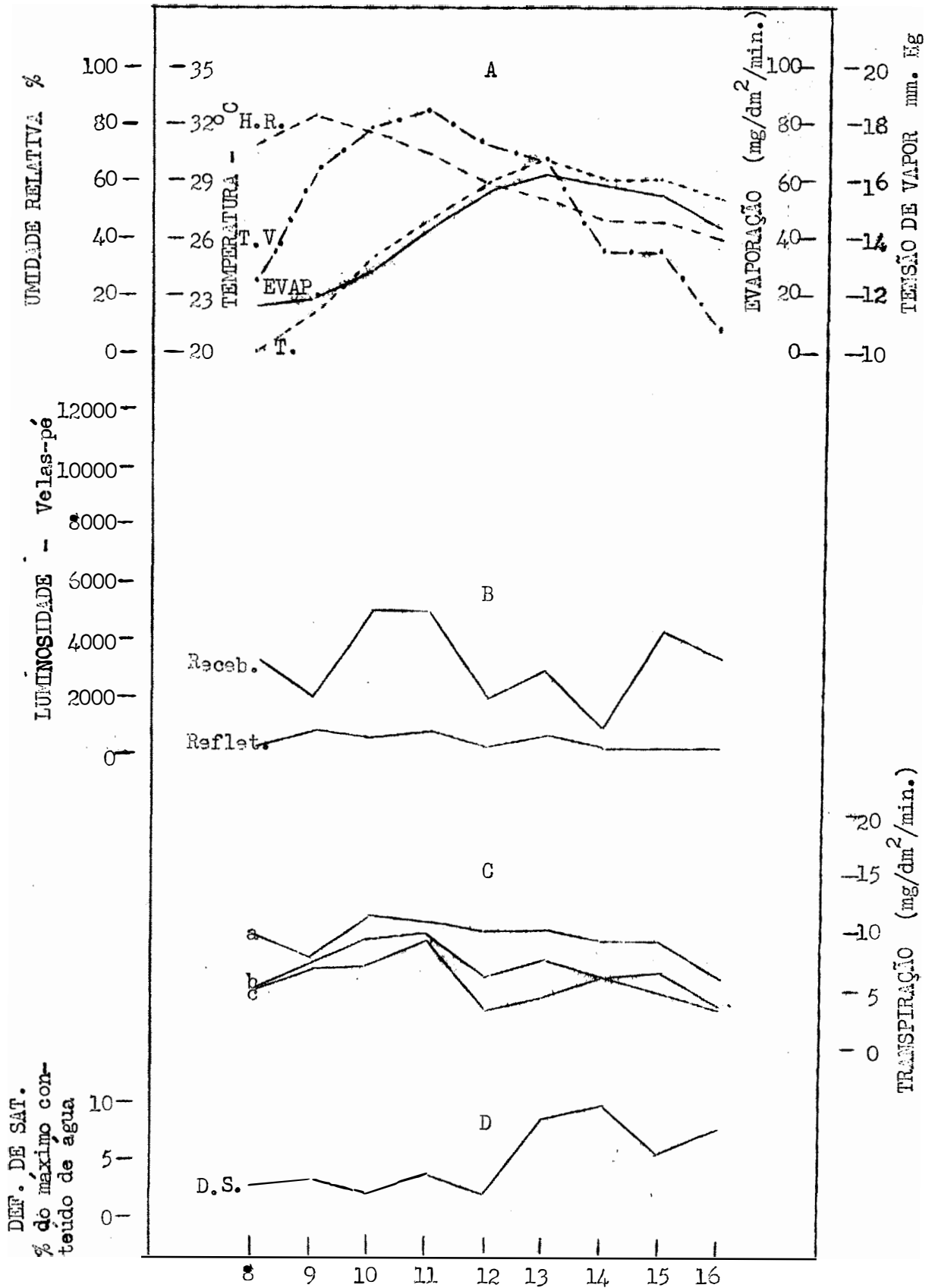


FIGURA 16 - Andamento diário da transpiração de *Poncirus trifoliata*, no dia 3/5/69. A - umidade relativa, temperatura, e vaporação e tensão de vapor; B - luminosidade recebida e refletida; C - valores máximos, médios e mínimos da transpiração total; D - deficit de saturação.

Velocidade do movimento hidroativo de fechamento dos estômatos
Estação seca

Plantas Enxertadas

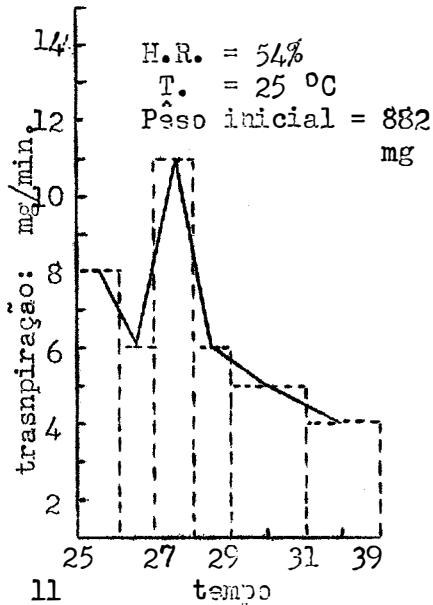


Fig. 19 - Lja. Val./
Lim. Cravo

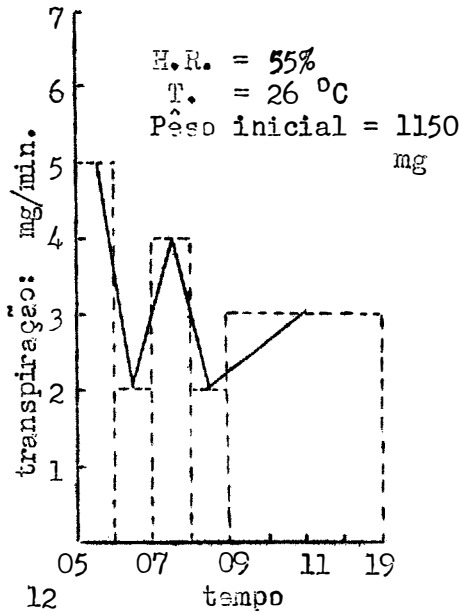


Fig. 20 - Lja. Val./
Lja. Caip.

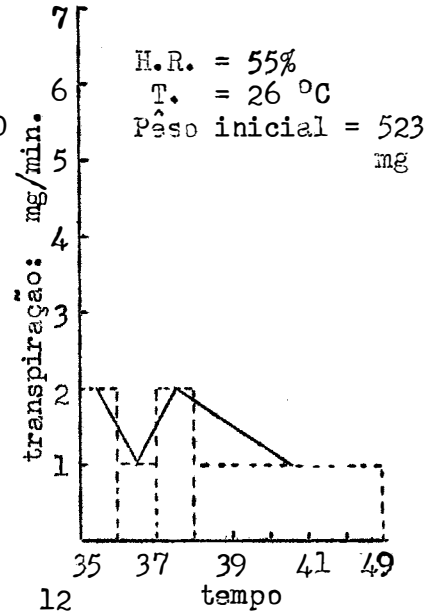


Fig. 21 - Lja. Val./
P. trifol.

Plantas Francas

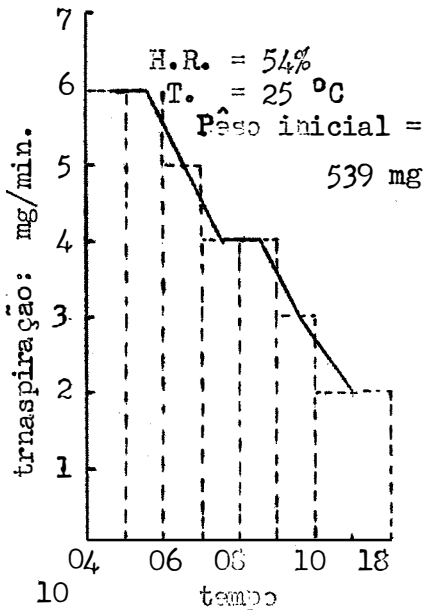


Fig. 22 - Limão Cravo

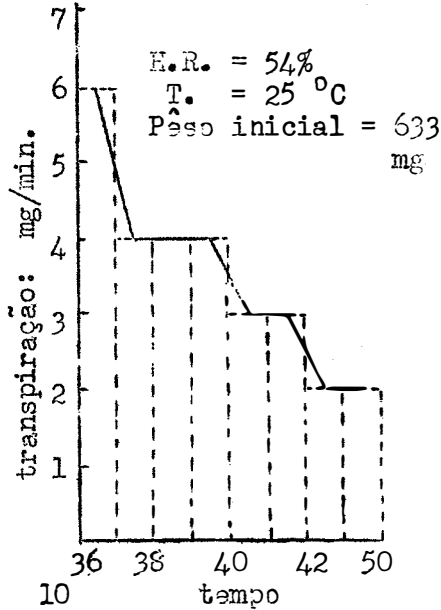


Fig. 23 - Laranja
Caipira

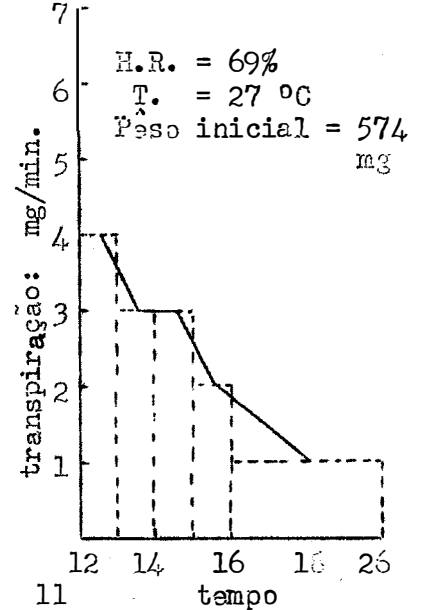


Fig. 24 - Poncirus
trifoliata

ta, apresentou valores iniciais de transpiração relativamente baixos, os quais decaíram de maneira mais ou menos acentuada. Após os 4 primeiros minutos já se observou uma redução de 50% na transpiração.

4.3 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

Em continuação apresentam-se os resultados obtidos, do andamento diário da transpiração total, expressados em miligramas por decímetro quadrado por minuto ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min.}$) e o déficit de saturação das folhas em porcentagem do máximo conteúdo de água (% do máximo conteúdo de água). Estes resultados foram estudados estatisticamente mediante: a) análise da variância e coeficiente de variabilidade; b) prova de múltiplos de significância, de Duncan; e, c) graus de liberdade individuais.

Os resultados detalhados do ensaio experimental, estão reunidos no apêndice.

4.3.1 - Andamento diário da transpiração total

A análise da variância, apresentada no Quadro 3 mostra significância, para os efeitos principais de Tratamentos, Horas e de Épocas, assim como para as interações de primeira ordem Tratamentos x Épocas, e Horas x Épocas, que foram significativos ao nível de 1% de probabilidade. Verifica-se, ainda, que não houve diferença para a interação de primeira ordem Tratamentos x Horas.

No mesmo Quadro consta o desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos. Como se pode observar, houve significância para os efeitos de plantas enxertadas vs. tipos de pés francos (A), e entre tipos de pés francos (P) que foram significativos, ao nível de 1% de probabilidade. Não se encontrou significância estatística para a interação dos fatores acima mencionados (A x P).

QUADRO 3 - Análise da variância dos dados relativos ao andamento, diário da transpiração total. Épocas chuvosa e seca. Desdobramento dos Graus de Liberdade dos tratamentos. Coeficiente de variabilidade.

Fonte de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos (T)	5	500,22	100,04	10,00 **
Enx. vs. francas (A)	1	228,26	228,26	22,83 **
Entre tipos de pés francos (P)	2	237,22	118,61	11,86 **
A x P	2	34,74	17,37	1,74 n.s.
Horas (H)	8	608,13	76,02	7,60 **
Épocas (E)	1	1.584,93	1.584,93	158,49 **
T x H	40	514,01	12,85	1,28 n.s.
T x E	5	384,04	76,81	7,68 **
H x E	8	673,83	84,23	8,42 **
T x H x E	40	399,96	10,00	
Total	107	4.665,12		

C. V. = 23,34 %

** Significativo estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade.

n.s. Não significativo.

C.V. Coeficiente de variabilidade.

Os valores médios apresentados no Quadro 4 , confirmam e justificam os efeitos de plantas enxertadas (com Laranja Valência) vs. tipos de pés francos (sem Laranja Valência) e , entre tipos de pés francos.

No Quadro 5 se inclui a análise complementar da variância, referente à investigação do efeito da interação de primeira ordem Tratamentos x Épocas. Houve um efeito pronunciado (significativo a 1%) de épocas, para os tratamentos Laranja Valência sobre Limão Cravo, Laranja Valência sobre Poncirus trifoliata , Limão Cravo, Laranja Caipira e Poncirus trifoliata. Os valores médios dos tratamentos apresentam-se no Quadro 8 , justificando o efeito de épocas dentro dos tratamentos acima mencionados.

Não se encontrou diferença estatística, entre épocas, para o tratamento Laranja Valência sobre Laranja Caipira.

A análise complementar da variância, referente à investigação do efeito da interação de primeira ordem Épocas x Horas , é apresentada no Quadro 6 . O efeito de épocas foi significativo a 1% dentro das horas 9 , 10 , 13 , 15 e 16 .

Para as horas 8 , 11 , 12 e 14 não houve diferença significativa devido a épocas. Os valores médios apresentados no Quadro 9 justificam o efeito das épocas dentro das horas.

Não se encontrou efeito significativo para a interação de primeira ordem Tratamentos x Horas. No Quadro 7 apresentam-se os valores médios que confirmam e justificam a não significância das Horas dentro dos Tratamentos.

No Quadro 8 podem observar-se os valores médios da transpiração total dos 6 tratamentos, nas duas épocas e além das médias anuais. Foram comprovadas diferenças significativas entre tratamentos ao nível de 1% de probabilidade, dentro das épocas chuvosas e seca, e para as médias anuais.

QUADRO 4 - Valores médios da transpiração total, referente ao efeito principal dos tratamentos, expressados em $\text{mg}/\text{dm}^2/\text{minuto}$. Épocas chuvosa e seca.

Porta-enxertos	Laranja Valência		
	Com	Sem	Médias
Limão Cravo	153,75	122,90	138,32
Laranja Caipira	139,46	103,81	121,64
Poncirus trifoliata	111,65	99,65	105,65
Médias	134,96	108,79	

QUADRO 5 - Análise complementar da variância dos dados referentes ao andamento diário de transpiração total. Épocas chuvosa e seca. Investigação da interação T x E.

Fonte de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Épocas dentro trat. 1	1	135,03	135,03	13,50 **
Épocas dentro trat. 2	1	23,28	23,28	2,33 n.s.
Épocas dentro trat. 3	1	126,78	126,78	12,68 **
Épocas dentro trat. 4	1	721,24	721,24	72,12 **
Épocas dentro trat. 5	1	673,44	673,44	67,34 **
Épocas dentro trat. 6	1	289,20	289,20	28,92 **
T x H x E	40	399,96	10,00	

** Significativo estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade.

n.s. Não significativo.

- Tratamento 1 Laranja Valência sobre Limão Cravo.
- Tratamento 2 Laranja Valência sobre Laranja Caipira.
- Tratamento 3 Laranja Valência sobre Poncirus trifoliata.
- Tratamento 4 Limão Cravo.
- Tratamento 5 Laranja Caipira.
- Tratamento 6 Poncirus trifoliata.

QUADRO 6 - Análise complementar da variância dos dados relativos ao andamento diário da transpiração total. Épocas chuvosa e seca. Investigação da interação H x E .

Fonte de Variação		G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Épocas dentro horas	8	1	12,91	12,91	1,29 n.s.
Épocas dentro horas	9	1	211,34	211,34	21,13 **
Épocas dentro horas	10	1	321,68	321,68	32,17 **
Épocas dentro horas	11	1	13,78	13,78	1,38 n.s.
Épocas dentro horas	12	1	39,68	39,68	3,97 n.s.
Épocas dentro horas	13	1	483,49	483,49	48,35 **
Épocas dentro horas	14	1	10,10	10,10	1,01 n.s.
Épocas dentro horas	15	1	656,83	656,83	65,68 **
Épocas dentro horas	16	1	508,96	508,96	50,90 **
T x H x E		40	399,96	10,00	

** Significativo estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade.

n.s. Não significativo.

QUADRO 7 - Valores médios da transpiração total, referentes à interação de primeira ordem Tratamentos x Horas, expressados em $\text{mg}/\text{dm}^2/\text{minuto}$. Épocas chuvosa e seca.

Horas	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
8	9,44	10,49	8,15	11,57	18,41	17,82
9	10,54	13,26	11,67	12,59	10,43	11,45
10	18,74	18,58	15,33	12,73	9,74	15,64
11	20,40	15,54	15,73	9,98	8,99	9,51
12	15,94	17,61	13,87	11,61	9,60	7,38
13	21,75	19,44	14,88	18,48	12,40	14,62
14	19,54	17,06	10,11	11,73	10,91	9,88
15	20,98	17,07	13,00	18,39	18,84	14,71
16	16,39	10,41	8,89	15,81	14,46	8,62

T₁ = Laranja Valência sobre Limão Cravo.

T₂ = Laranja Valência sobre Laranja Caipira.

T₃ = Laranja Valência sobre Poncirus trifoliata.

T₄ = Limão Cravo.

T₅ = Laranja Caipira.

T₆ = Poncirus trifoliata.

Durante a época chuvosa, observou-se que as transpirações médias de Limão Cravo (19,99) e Laranja Valência sobre Limão Cravo (19,82) foram significativamente mais altas que as médias de transpiração de Poncirus trifoliata (15,08) e Laranja Valência sobre Poncirus trifoliata (15,06) , ao nível de 1% de probabilidade e estatisticamente iguais entre si.

Os tratamentos Laranja Caipira (17,65) e Laranja Valência sobre Laranja Caipira (16,63) constituíram um grupo intermediário.

Nesta mesma época, observou-se que a média de transpiração dos tratamentos com Valência (17,17) é ligeiramente inferior à média sem Valência (17,57) .

Durante a época seca, pode-se observar que as médias de transpiração dos tratamentos Laranja Valência sobre Laranja Caipira (14,36) e Laranja Valência sobre Limão Cravo (14,34) , foram superiores e diferentes estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade aos tratamentos restantes, e estatisticamente iguais entre si.

Os demais tratamentos, Laranja Valência sobre Poncirus trifoliata (9,75) , Limão Cravo (7,33) , Laranja Caipira (5,42) e Poncirus trifoliata (7,06) dão respostas estatisticamente iguais entre si.

Observa-se durante esta mesma época, que a média de transpiração dos tratamentos com Valência (12,82) é bastante superior à média sem Valência (6,60) .

Verificou-se, ainda que, as transpirações médias anuais de Laranja Valência sobre Limão Cravo (17,08) e Laranja Valência sobre Laranja Caipira (15,50) foram significativamente mais altas que os demais tratamentos, e estatisticamente iguais entre si, a exceção do tratamento Laranja Valência sobre Laranja Caipira que, guarda relação com o tratamento Limão Cravo (13,66) .

É de se notar que as médias de transpiração de Limão Cravo (13,66) , Laranja Valência sobre Poncirus trifoliata (12,41) , Laranja Caipira (11,53) e Poncirus trifoliata (11,07) não diferem estatisticamente um do outro, ao nível de 1% de probabilidade.

As médias dos índices da transpiração, nas diferentes horas do dia e as significâncias referentes ao teste de Duncan , encontram-se no Quadro 9 . Pode-se observar nesse Quadro, que o período das 15 horas (24,56) foi o mais eficiente para aumentar a transpiração das plantas. Deve-se notar, no entanto, que este período não difere estatisticamente, ao nível de 1% de probabilidade, dos períodos das 13 (23,28) e 10 (20,30) horas, durante a época chuvosa.

Verifica-se, ainda, que o período das 8 horas (10,35) apresentou as médias de transpiração mais baixas, embora não difira estatisticamente dos períodos das 11 (14,43) , 12 (14,49) e 14 (14,12) horas, ao nível de 1% de probabilidade.

Finalmente, observa-se que durante a época chuvosa, a média de transpiração, na manhã (15,08) , é inferior à média da tarde (20,22) .

No mesmo Quadro 9 , apresentam-se também os resultados durante a época seca, notando-se diferenças altamente significativas entre os períodos de tempo. Estudando-se cuidadosamente essas médias, verifica-se que os períodos das 11 (12,29) e 14 (12,29) horas apresentaram uma atividade transpiratória mais acentuada, embora não tenham diferido estatisticamente dos períodos das 8 (8,28), 9 (7,46) , 10 (9,95) , 12 (10,85) , 13 (10,58) e 15 (9,77) horas, ao nível de 1% de probabilidade.

Observa-se, ainda, que o período das 16 (5,92) horas pode ser considerado o menos eficiente, e igual, estatisticamente, aos períodos das 8 , 9 , 10 , 12 , 13 e 15 horas.

Valôres médios da transpiração total, referente ao efeito da interação de primeira ordem Tratamentos x Épocas, expressados em $\text{mg}/\text{dm}^2/\text{minuto}$.

Tratamentos	Chuvosa ¹	Sêca ¹	Médias ¹
Laranja Valência/Limão Cravo	19,82 a	14,34 a	17,08 a
Laranja Valência/Lj. Caipira	16,63 ab	14,36 a	15,50 ab
Laranja Valência/P. trifoliata	15,06 b	9,75 b	12,41 c
Limão Cravo	19,99 a	7,33 b	13,66 bc
Laranja Caipira	17,65 ab	5,42 b	11,53 c
<u>Poncirus trifoliata</u>	15,08 b	7,06 b	11,07 c
	Com Valência:	17,17	12,82
Médias:	Sem Valência:	17,57	6,60

¹ As médias com a mesma letra, dentro de uma mesma coluna, não diferem estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade (Teste de Duncan) .

Como se pode ainda verificar, durante a época sêca, a média de transpiração, na manhã (9,77) , é ligeiramente superior à média da tarde (9,64) .

O Quadro 9 inclui as médias anuais de transpiração , verificando-se diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade, entre os períodos de tempo. Pela comparação estatísticas das médias, observa-se que o período das 15 (17,77) horas proporcionou os valores transpiratórios mais elevados. Entretanto, note-se que este período não difere estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade, dos períodos das 13 (16,93) e 10 (15,13) horas.

Como se pode ainda verificar, o período das 8 (9,32) horas apresentou as médias anuais de transpiração mais baixas ; entretanto, é igual, estatisticamente, aos períodos das 9 (11,63) , 12 (12,67) e 16 (12,43) horas, ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 9 - Valores médios da transpiração total, referentes ao efeito da interação de primeira ordem Horas x Épocas, expressados em $\text{mg}/\text{dm}^2/\text{minuto}$.

Horas	Chuvosa '	Seca '	Médias '
8	10,35 e	8,28 ab	9,32 d
9	15,85 cd	7,46 ab	11,63 cd
10	20,30 abc	9,95 ab	15,13 abc
11	14,43 de	12,29 a	13,36 bc
12	14,49 de	10,85 ab	12,67 cd
13	23,28 ab	10,58 ab	16,93 ab
14	14,12 de	12,29 a	13,21 bc
15	24,56 a	9,77 ab	17,77 a
16	18,94 bcd	5,92 b	12,43 cd
Médias:	Manhã 15,08	9,77	
	Tarde 20,22	9,64	

As médias com a mesma letra, dentro de uma mesma coluna, não diferem estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade (Teste de Duncan) .

4.3.2 - Déficit de saturação das folhas

A análise da variância, apresentada no Quadro 10 mostra significância para os efeitos principais de Tratamentos, Horas e de Épocas, assim como para a interação de primeira ordem Tratamentos x Épocas que foram significativos ao nível de 1% de probabilidade. Pode-se observar que a interação Horas x Épocas apresenta significância ao nível de 5% de probabilidade.

Verifica-se, ainda, que não houve diferença para a interação de primeira ordem Tratamentos x Horas.

No mesmo Quadro consta o desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos. Como se pode observar, houve significância para os efeitos de plantas enxertadas vs. tipos de pés francos (A), entre tipos de pés francos (P) e para a interação de primeira ordem A x P, que foram significativos ao nível de 1% de probabilidade.

Os valores médios apresentados no Quadro 11 confirmam e justificam os efeitos de plantas enxertadas (com laranja Valência) vs. tipos de pés francos (sem laranja Valência), entre tipos de pés francos e para a interação dos fatores acima mencionados (A x P).

O Quadro 12 apresenta a análise complementar da variância referente à investigação do efeito da interação de primeira ordem Tratamentos x Épocas. Houve um efeito pronunciado (significativo a 1%) de épocas para alguns tratamentos. Pode-se verificar nesse Quadro, que as épocas foram diferentes estatisticamente (1%) para os tratamentos Limão Cravo e Laranja Caipira. Note-se, que para o tratamento Laranja Valência sobre Limão Cravo às épocas apresentaram significância ao nível de 5% de probabilidade. Os valores médios dos tratamentos apresentam-se no Quadro 15 justificando o efeito de épocas dentro dos tratamentos acima mencionados.

QUADRO 10 - Análise da variância dos dados relativos ao déficit de saturação das fôlhas. Épocas chuvosa e seca. Desdobramento dos Graus de Liberdade dos tratamentos. Coeficiente de variabilidade.

Fonte de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos (T)	5	888,04	177,61	35,24 **
Emx. vs. francas (A)	1	177,08	177,08	35,13 **
Entre tipos de pés francos (P)	2	401,18	200,59	39,80 **
A x P	2	309,78	154,89	30,73 **
Horas (H)	8	245,90	30,74	6,10 **
Épocas (E)	1	566,68	566,68	112,44 **
T x H	40	267,09	6,68	1,33 n.s.
T x E	5	818,05	163,61	32,46 **
H x E	8	99,05	12,38	2,46 *
T x H x E	40	201,64	5,04	
Total	107	3.086,45		

C. V. = 27,62 %

** Significativo estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade.

n.s. Não significativo.

* Significativo estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

C. V. Coeficiente de variabilidade.

QUADRO 11 - Valores médios do déficit de saturação das fôlhas, referentes ao efeito principal dos Tratamentos, expressados em porcentagem do máximo conteúdo de água. Época chuvosa e sêca.

Porta-emrertos	Laranja Valência		Médias
	Com	Sem	
Limão Cravo	59,79	79,28	69,54
Laranja Caipira	64,76	126,80	95,78
<u>Poncirus trifoliata</u>	59,91	47,53	53,72
Médias	61,49	84,54	

QUADRO 12 - Análise complementar da variância dos dados referentes ao déficit de saturação das fôlhas. Épocas chuvosa e seca. Investigação da interação T x E.

Fonte de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Épocas dentro trat. 1	1	26,11	26,11	5,18 *
Épocas dentro trat. 2	1	7,83	7,83	1,55 n.s.
Épocas dentro trat. 3	1	15,18	15,18	3,01 n.s.
Épocas dentro trat. 4	1	144,90	144,90	28,75 **
Épocas dentro trat. 5	1	1.190,72	1.190,72	236,25 **
Épocas dentro trat. 6	1	0,0014	0,0014	0,0003 n.s.
T x H x E	40	201,64	5,04	

- * Significativo estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.
n.s. Não significativo.
** Significativo estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade.

- Tratamento 1 Laranja Valência sôbre Limão Cravo.
Tratamento 2 Laranja Valência sôbre Laranja Caipira.
Tratamento 3 Laranja Valência sôbre Poncirus trifoliata.
Tratamento 4 Limão Cravo.
Tratamento 5 Laranja Caipira.
Tratamento 6 Poncirus trifoliata.

Não se encontrou diferença estatística entre épocas para os tratamentos Laranja Valência sobre Laranja Caipira, Laranja Valência sobre Poncirus trifoliata e Poncirus trifoliata.

A análise complementar da variância referente a investigação do efeito da interação de primeira ordem Horas x Épocas é apresentada no Quadro 13, mostrando significância entre as épocas. O efeito de épocas foi significativo (a 5%) dentro dos períodos das 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15 horas.

Note-se, ainda, que não houve diferença estatística para épocas dentro do período das 16 horas. Os valores médios apresentados no Quadro 16 justificam o efeito das épocas dentro das horas.

Para a interação de primeira ordem Tratamento x Horas não se encontrou efeito significativo. No Quadro 14 apresentam-se os valores médios que confirmam e justificam a não significância das horas dentro dos tratamentos.

No Quadro 15 podem observar-se os valores médios do déficit de saturação das folhas dos 6 tratamentos, nas duas épocas e além das médias anuais. Neste Quadro verificam-se diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade entre os tratamentos na época seca, e para as médias anuais. Entretanto, para a época chuvosa não se encontrou diferença entre os tratamentos. Nesta mesma época, observa-se que a média de déficit de saturação das folhas, dos tratamentos com Valência (5,91) é ligeiramente superior à média sem Valência (5,74).

Durante a época seca, salienta-se que o tratamento Laranja Caipira apresenta a média (22,22) mais elevada de déficit de saturação das folhas, e difere estatisticamente dos tratamentos restantes, ao nível de 1% de probabilidade.

Observa-se, ainda, que, nesta mesma época, a média de déficit de saturação das folhas de Limão Cravo (11,65) é diferente es-

QUADRO 13 - Análise complementar da variância dos dados relativos ao déficit de saturação das folhas. Épocas chuvosa e seca. Investigação da interação H x E.

Fonte de Variação		G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Épocas dentro horas	8	1	59,50	59,50	11,81 **
Épocas dentro horas	9	1	112,24	112,24	22,27 **
Épocas dentro horas	10	1	80,60	80,60	15,99 **
Épocas dentro horas	11	1	134,00	134,00	26,59 **
Épocas dentro horas	12	1	79,73	79,73	15,82 **
Épocas dentro horas	13	1	89,27	89,27	17,71 **
Épocas dentro horas	14	1	48,80	48,80	9,68 **
Épocas dentro horas	15	1	61,19	61,19	12,14 **
Épocas dentro horas	16	1	0,40	0,40	0,08 n.s.
T x H x E		40	201,64	5,04	

** Significativo estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade.

n.s. Não significativo.

QUADRO 14 - Valores médios do déficit de saturação das folhas, referentes à interação de primeira ordem Tratamentos x Horas, expressados em porcentagem do máximo conteúdo de água. Épocas chuvosa e seca.

Horas	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
8	3,08	3,24	1,75	9,91	12,63	2,02
9	6,04	4,27	6,16	5,13	14,32	2,38
10	6,30	6,67	3,42	8,62	12,74	2,62
11	7,39	6,18	6,60	8,53	12,66	5,15
12	8,09	8,25	8,03	7,65	15,96	5,08
13	7,04	9,49	8,18	7,46	15,58	8,04
14	8,01	7,67	7,92	9,26	15,69	8,81
15	6,33	9,17	6,43	12,19	17,46	8,20
16	7,50	9,81	11,40	10,51	9,75	5,20

T₁ = Laranja Valência sobre Limão Cravo.

T₂ = Laranja Valência sobre Laranja Caipira.

T₃ = Laranja Valência sobre Poncirus trifoliata.

T₄ = Limão Cravo.

T₅ = Laranja Caipira.

T₆ = Poncirus trifoliata.

tatisticamente dos demais.

Os tratamentos Laranja Valência sobre Limão Cravo (7,85), Laranja Valência sobre Laranja Caipira (7,86) , Laranja Valência sobre Poncirus trifoliata (7,58) e Poncirus trifoliata (5,27) constituíram um grupo inferior.

Finalmente, observa-se durante esta mesma época, que a média de déficit de saturação das folhas dos tratamentos com Valência (7,76) é bastante inferior à média sem Valência (13,05) .

No mesmo Quadro 15 também apresentam-se às médias de déficit de saturação anuais das folhas. Pode-se notar que, a média de Laranja Caipira (14,09) foi superior e diferente estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade dos demais tratamentos.

As médias de déficit de saturação das folhas de Limão Cravo (8,81) , Laranja Valência sobre Laranja Caipira (7,20) , Laranja Valência sobre Poncirus trifoliata (6,66) e Laranja Valência sobre Limão Cravo (6,64) não diferem uma de outra.

Como se pode ainda verificar, o tratamento Poncirus trifoliata (5,28) apresenta a média mais baixa de déficit de saturação anual das folhas. No entanto, esta média não difere estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade, das médias de Laranja Valência sobre Laranja Caipira , Laranja Valência sobre Poncirus trifoliata e Laranja Valência sobre Limão Cravo.

As médias dos índices de déficits de saturação das folhas, nas diferentes horas do dia, e as significâncias referentes ao teste de Duncan , encontram-se no Quadro 16 . Durante a época chuvosa, pode-se observar nesse Quadro, que o período das 16 horas (9,21) foi o mais eficiente para aumentar o déficit de saturação das folhas, embora não tenha diferido estatisticamente dos períodos das 12 (6,27) , 13 (6,57) , 14 (7,54) e 15 (7,71) horas , ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 15 - Valores médios do déficit de saturação das folhas, referentes ao efeito da interação de primeira ordem Tratamentos x Épocas, expressados em porcentagem do máximo conteúdo de água.

Tratamentos	Chuvosa ¹¹	Seca ¹	Média ¹
Laranja Valência/Limão Cravo	5,44	7,85 c	6,64 bc
Laranja Valência/Lja. Caipira	6,54	7,86 c	7,20 bc
Laranja Valência/P. trifoliata	5,74	7,58 c	6,66 bc
Limão Cravo	5,97	11,65 b	8,81 b
Laranja Caipira	5,96	22,22 a	14,09 a
Poncirus trifoliata	5,29	5,27 c	5,28 c
Médias:			
Com Valência:	5,91	7,76	
Sem Valência:	5,74	13,05	

¹¹ Não se encontrou diferença significativa entre as médias.

¹ As médias com a mesma letra, dentro de uma mesma coluna, não diferem estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade (Teste de Duncan).

Observa-se, ainda, que os períodos das 8 (3,21) e 9 (3,33) horas, podem ser considerados os menos eficientes, e iguais estatisticamente aos períodos das 10 (4,14), 11 (4,41), 12 (6,27) e 13 (6,57) horas.

Como se pode ainda verificar, durante a época chuvosa, a média de déficit de saturação das folhas na manhã (4,27) é bastante inferior à média da tarde (7,78).

O mesmo Quadro 16 inclui, também as médias de déficits de saturação das folhas, na época seca, verificando-se diferenças significativas, ao nível de 1% de probabilidade, entre os períodos de tempo. Pela comparação estatística das médias, observa-se que, os períodos das 15 (12,22), 13 (12,03) e 14 (11,58) horas foram mais altos que os demais, e estatisticamente iguais entre si.

Verifica-se, ainda, que o período das 8 (7,67) horas apresenta a média mais baixa de déficit de saturação das folhas, embora não difira das médias dos períodos das 9 (9,44), 10 (9,32), 11 (11,10), 12 (11,42) e 16 (8,85) horas.

Finalmente, verifica-se, durante esta mesma época, que a média de déficit de saturação das folhas na manhã (9,79) é inferior à média da tarde (11,17).

O Quadro 16 apresenta às médias anuais de déficits de saturação das folhas, notando-se significâncias, ao nível de 1% de probabilidade, entre os períodos de tempo. Estudando-se cuidadosamente essas médias, note-se que os períodos das 14 (9,56) e 15 (9,96) horas, proporcionaram os resultados mais elevados. Entretanto, deve-se observar, que estes períodos não diferem estatisticamente, dos períodos das 11 (7,75), 12 (8,85), 13 (9,30) e 16 (9,03) horas, ao nível de 1% de probabilidade.

Como se pode ainda verificar, o período das 8 (5,44) horas apresentou a média de déficit de saturação mais baixa. No entanto, é igual, estatisticamente, aos períodos das 9 (6,38), 10 (6,73) e 11 (7,75) horas.

QUADRO 16 - Valores médios do déficit de saturação das fôlhas, referentes ao efeito da interação de primeira ordem Horas x Épocas, expressados em porcentagem do máximo conteúdo de água.

Horas	Chuvosa ¹	Seca ¹	Médias ¹
8	3,21 c	7,67 b	5,44 d
9	3,33 c	9,44 ab	6,38 cd
10	4,14 bc	9,32 ab	6,73 bcd
11	4,41 bc	11,10 ab	7,75 abcd
12	6,27 abc	11,42 ab	8,85 abc
13	6,57 abc	12,03 a	9,30 ab
14	7,54 ab	11,58 a	9,56 a
15	7,71 ab	12,22 a	9,96 a
16	9,21 a	8,85 ab	9,03 abc
Médias:	Na manhã: 4,27	9,79	
	Na tarde: 7,78	11,17	

¹ As médias com a mesma letra, dentro de uma mesma coluna, não diferem estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade (Teste de Duncan) .

5 - DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

5.1 - CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

Os valores de transpiração foram determinados pelo método das pesagens rápidas, com o auxílio de uma balança de torsão Jung (Heidelberg, Alemanha). Segundo FRANCO e MAGALHÃES (22), um dos métodos mais empregados para a medida da transpiração em condições de campo é aquele em que se determina a perda de água pela pesagem rápida de folhas destacadas da planta, usando-se uma balança de torsão (Torsionwage Jung, M. Tausz, N. J. - U. S. A.), especialmente construída para esta finalidade.

A metodologia da transpiração, envolvendo a técnica das pesagens rápidas, tem sido descrita, usada e amplamente discutida por diversos pesquisadores do Departamento de Botânica, da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo.

Pesquisadores de diversas outras instituições têm usado o método das pesagens rápidas: CAMARGO (6), DE MARINIS (10), LABOURIAU e col. (37, 17, 59), HAMMER (26), entre outros.

O método das pesagens rápidas tem sido alvo de controvérsias, no que concerne à praticabilidade e conveniência de seu uso, seja pelas particularidades operacionais que apresenta, ou pela significação dos resultados que fornece.

Segundo ECKART (12), "Le défaut majeur de cette methode est qu'elle implique nécessairement la section des vaisseaux des pétioles ou de la branche, intervention pouvant entraîner des variations difficilement controlables de l'intensité de la transpiration". Em consequência do destacamento da folha, o seu suprimento de água é interrompido, o que pode determinar um abaixamento da transpiração por regulação estomática. Daí os primeiros valores transpiratórios determinados poderem ser mais baixos que aqueles existentes antes do des

tacamento. Entretanto, como FERRI (15) já salientou em seu trabalho, durante um intervalo, variável para plantas diversas, a transpiração pode permanecer quase inalterada após o corte da fôlha. Este intervalo corresponderia à "stomatal phase" de HYGEN (32) . Portanto, desde que se trabalhe com bastante rapidez, os primeiros valores obtidos, em geral, não se afastarão muito daqueles que a fôlha apresenta quando ainda presa à planta.

O destacamento da fôlha não determina, sempre, ao que parece, um abaixamento imediato da transpiração. Em certos casos (ALLERUP , ANDERSON , et al. , BRUN , DECKER and WIEN , FRANCO and MAGALHÃES , GOLVER , IWANOFF , KNIGHT , entre outros) , o corte do pecíolo de uma fôlha determina um aumento passageiro da sua razão transpiratória, efeito êsse conhecido como "efeito de Ivanoff" , ou também, denominado pelo seu primeiro observador (Darwin) de "abertura temporária dos estômatos" .

Embora êste "efeito de Ivanoff" não tenha sido verificado por certos autores (RAWITSCHER e RAWITSCHER E MORELLO) , êle pode constituir, sem dúvida, uma séria crítica ao método de pesagens rápidas.

FRANCO e MAGALHÃES (1963) , citados por CAMARGO et al. (6) , em observações controladas, demonstraram que, após os dois primeiros minutos em que se efetua o corte de uma fôlha, há um aumento sensível de perda de água, sugerindo a abertura dos estômatos pela desidratação das células epidérmicas, mais rapidamente que a das células estomáticas, de acordo com a hipótese de Darwin (9) , citado por aquêles autores. Em tôdas as observações apresentadas por FRANCO e MAGALHÃES , o aumento de perda de água pelas fôlhas cortadas foi verificado após dois minutos, a partir do corte da fôlha. Nêste trabalho, as medidas de transpiração de plantas cítricas foram feitas tomando-se somente os valores de perda de água medidos entre a primeira

e a segunda pesagem, isto é, dentro do primeiro minuto após a determinação do peso do folíolo. Como a técnica usada pelo autor permitiu cortar a folha e pesar o folíolo em meio minuto, segue-se que, até o final da determinação da perda de água de cada folíolo, havia passado no máximo um minuto e meio. É de se esperar pois, desde que os trabalhos de FRANCO e MAGALHÃES (22) não provaram o contrário, que os valores encontrados para o andamento diário da transpiração de plantas cítricas seja, possivelmente os mesmos que deveriam ter os folíolos, antes de ser cortados.

Êsses autôres descreveram, em outro trabalho (21) , o aparelhamento gasométrico empregado, que eliminaria a alegada falta de precisão do método das pesagens rápidas. Como êles mesmos admitem , o método gasométrico é adequado para o estudo da transpiração em condições de laboratório, pelas peculiaridades de construção da aparelhagem que, inclusive, requer energia elétrica e, justamente por isso, torna-se pouco apropriado para a medida da perda de água em condições naturais.

Somamos a essas considerações a conclusão a que chegaram RAWITSCHER e MORELLO (60) ao estabelecerem enfaticamente que "a balança de torsão pode ser usada, com toda a confiança, no estudo da transpiração, tanto no laboratório como no campo" .

Para STOCKER , citado por COUTINHO (8) , "não subsiste razão para se duvidar da exatidão dos valores transpiratórios determinados por pesagens rápidas, em partes vegetais cortadas" , uma vez que se tomem as devidas cautelas.

Não é nosso desejo discutir mais este assunto. Embora reconheçamos a procedência de várias críticas feitas ao método das pesagens rápidas, concluímos que a balança de torsão, pode fornecer valores transpiratórios exatos, em condições de campo, para certos tipos de trabalho, pelas seguintes razões:

- O coeficiente de variabilidade da análise estatística que se apresenta mais adiante, encontra-se dentro dos limites estabelecidos para experimentos biológicos.

- Os valores encontrados para a marcha diária da transpiração podem-se considerar exatos, desde que o operador não gaste mais de dois minutos nessas determinações. Na revisão da literatura encontramos várias críticas para observações efetuadas após dois minutos, depois de destacada a fôlha.

- Entretanto, para o estudo do movimento hidroativo dos estômatos e da transpiração cuticular, a balança de torsão, nos fornece dados informativos de valioso interêsse, como se comprova no presente experimento.

Na revisão da literatura procuramos apresentar os vários ângulos pelos quais o assunto tem sido focalizado e as opiniões, por vêzes em conflito, de autores de elevado prestígio internacional.

5.2 - FATÔRES METEOROLÓGICOS

As observações meteorológicas, feitas paralelamente, com os estudos de balanço hídrico são indispensáveis à melhor compreensão e interpretação do comportamento e da ecologia das plantas. Limitamo-nos a registrar a marcha diária da temperatura, umidade relativa, evaporação, tensão de vapor e luminosidade.

As mencionadas observações meteorológicas acompanharam as medidas de transpiração. Foram apresentados alguns gráficos que mostram a marcha diária dessas condições climáticas, nos dois períodos a que já nos referimos. Para cada período, selecionamos os gráficos considerados típicos.

5.2.1 - Estacas chuvosa

As figuras 1 ao 6 mostram as curvas obtidas nos dias 27, 28 e 29 de dezembro de 1968. Representam, pois, as condições ambientes em plena época das chuvas.

Sem nos determos em discutir pormenorizadamente cada uma das curvas, faremos algumas referências aos pontos mais característicos.

Da análise comparativa dessas seis figuras, que exprimem as condições ambientes no período chuvoso, concluímos que os fatores climáticos variaram da seguinte maneira:

Temperatura: os maiores valores ocorrem às 15 horas e os menores, às 8 horas ;

Umidade relativa: os maiores valores verificam-se por volta das 8 horas e os menores, às 15 horas ;

Evaporação: os maiores valores ocorrem por volta das 14 e 15 horas e os menores, às 8 horas ;

Tensão de vapor: os maiores índices foram obtidos às 13 ou 15 horas, sendo que os menores assinalados foram anotados às 16 ou 8 horas ;

Luminosidade:

recebida: os maiores valores ocorrem por volta das 10 horas e os menores, às 16 horas ;

refletida: os maiores valores verificam-se por volta das 15 ou 16 horas, e os menores, às 8 horas.

HANKS, GARDNER e FLORIAN (27) mostram que, "where water is not limiting, transpiration and plant growth are strongly related to weather factors" .

Segundo FERRAZ (13) , os estômatos se apresentam abertos quando túrgidos e fechados quando flácidos. Os principais fatô-

res que provocam sua abertura e fechamento são: Luz , teor de água na fôlha , temperatura e teor de CO_2 . Além de serem vários os fatores envolvidos, o comportamento estomático de diferentes plantas varia bastante.

Os trabalhos mais modernos sôbre a transpiração mostram que a intensidade desta está regulada pela radiação solar, sendo de maior importância a influência da luz que da temperatura do ar, porém também intervêm outros fatores. A quantidade de água perdida pelas fôlhas depende do gradiente de pressão de vapor existente entre a atmosfera, de uma parte, e as câmaras, subestomáticas e espaços intercelulares, de outra ; êstes estão geralmente saturados, pelo que tendem a perder vapor de água por difusão para a atmosfera. A energia da luz solar que recebem as fôlhas, ao aquecê-las, aumenta a pressão do vapor de água e, em consequência, aumenta o gradiente de pressão para o exterior e, portanto a intensidade da transpiração.

De acôrdo com os resultados obtidos, o autor conclui, que a luz ocupa posição de primordial importância dentre os fatores do meio, que atuam sôbre a transpiração. Muitas destas restrições são devidas à falta de luz, e não à escassez de suprimento de água às fôlhas. O fato de que nos anteriores trabalhos publicados sôbre balanço hídrico, não foram obtidos dados de luminosidade, relacionada com a transpiração, põe em dúvida grande parte dos resultados dêsses trabalhos. Com efeito, muitas restrições de transpiração, interpretadas como devidas à falta de suprimento de água nas fôlhas, poderiam ter ocorrido por falta de luz. Por conseguinte, tais trabalhos, forçosamente deverão ser revistos, neste aspecto.

Segundo REUTHER , BATCHELOR e WEBBER (61) , "ambient environmental conditions may have a rapid effect on stomatal guard cells. Light probably exerts a greater influence on stomata than any other environmental factor" .

5.2.2 - Estação seca

As figuras 13 ao 18 mostram as curvas obtidas no período de menor pluviosidade e correspondem aos dias 1, 2 e 3 de maio de 1969.

Sem nos determos em pormenores, mas unicamente fazendo uma comparação entre êsses seis gráficos, concluímos o seguinte:

Temperatura: os maiores valores ocorrem entre 13 e 15 horas e os menores às 8 horas.

Umidade relativa: os maiores valores verificam-se por volta das 8 horas e os menores, às 15 horas.

Evaporação: os maiores índices foram obtidos entre 12 e 14 horas e os menores às 8 horas.

Tensão de vapor: os maiores valores ocorrem por volta das 11 horas e os menores às 16 horas.

Luminosidade:

recebida: os maiores valores foram registrados entre 9 e 11 horas e os menores às 16 horas.

refletida: os maiores índices foram obtidos por volta das 11 horas e os menores às 16 horas.

A radiação solar tem um efeito duplo, pois além de aquecer as folhas a temperaturas acima das do ambiente, é um dos fatores responsáveis pela abertura dos estômatos. Agrega FERRAZ (13), "além da sua ação na elevação da temperatura, a luz tem uma ação importantíssima na abertura dos estômatos. Com a excessão de algumas poucas espécies, os estômatos abrem-se na luz e fecham-se no escuro. Como a transpiração estomática é responsável pela maior parte da transpiração total, a luz exerce ação capital, interferindo na abertura dos estômatos".

Nas condições ecológicas normais, o aumento da iluminação é, geralmente, acompanhado por transpiração maior e, com isso, os estômatos tendem a fechar-se e a dificultar a entrada do CO_2 .

Para as diversas espécies de plantas cítricas, a intensidade de luz, em que o máximo de rendimento é atingido, é variável; plantas de luz, em geral, aumentam a sua fotossíntese, até a proximidade da intensidade máxima de luz que, na região, pode ser alcançada — isso, naturalmente, só se as outras condições forem ótimas — (RAWITSCHER).

O emprêgo do conceito de umidade relativa é de pouca utilidade nos estudos de transpiração. Isto porque, para uma mesma umidade relativa, a pressão de vapor varia segundo a temperatura, e como a transpiração é consequência de um gradiente de pressão de vapor, este é que importa. Assim, variações de umidade relativa pouco influem na transpiração, a não ser que fôlhas e ambiente se encontrem a uma mesma temperatura. Mesmo com umidade relativa a 100% pode se dar a transpiração, desde que as temperaturas sejam diferentes (FERRAZ).

5.3 - BALANÇO HÍDRICO

No presente trabalho o autor teve a oportunidade de obter informações sobre o comportamento das plantas cítricas, quanto ao seu balanço hídrico, no período chuvoso e, principalmente, no período de seca, quando tais plantas manifestam a sua capacidade de resistir a esta situação natural de hostilidade do ambiente, que lhes é imposta.

É nosso desejo salientar de início, que as conclusões a que chegamos baseiam-se na análise conjunta de um grande número de dados de diversa natureza, o que, acreditamos, reduz a possibilidade de eventuais erros.

Quanto ao balanço de água das plantas cítricas, podemos assim resumir os resultados obtidos:

5.3.1 - Andamento diário da transpiração

5.3.1.1 - Época chuvosa

No andamento diário da transpiração de Laranja Valência sobre Limão Cravo, observa-se que a curva da transpiração não tem um andamento paralelo ao da evaporação. Isto indica, claramente, que seus estômatos não se mantiveram abertos o dia todo. Estes dados mostram que, nas condições em que se encontravam, possivelmente, tiveram necessidade de restringir o seu consumo de água. Como se observa a restrição foi feita justamente nas horas de maior seca, isto é, ao redor do meio dia. Entretanto, observando-se a curva da luminosidade, verifica-se que, justamente no período da segunda restrição, houve grande redução de luminosidade, o que sugere, fortemente, o fechamento estomático por falta de luz. Por conseguinte, a segunda restrição não deve ter sido por falta de suprimento de água na folha.

O curso da transpiração de Laranja Valência sobre Laranja Caipira, apresenta-se bastante semelhante à planta anteriormente estudada, inclusive com três máximos, e, possivelmente, a segunda restrição seria devida ao fechamento estomático, por falta de luz.

Analisando a curva do andamento diário da transpiração de Laranja Valência sobre Poncirus trifoliata, observa-se que, justamente no período da primeira restrição, houve aumento da luminosidade e de seu déficit de saturação. Esta queda da transpiração só pode ser interpretada como uma restrição por deficiente suprimento de água nas folhas.

O Limão Cravo apresenta um andamento diário da transpiração com valores bastante baixos, durante a manhã, alcançando dois má-

ximos, durante o período da tarde. Isto nos indica que, provavelmente, pela manhã, os estômatos desta planta não estavam perfeitamente abertos, impedindo, desta forma, uma transpiração mais intensa. Na tarde, graças, talvez, à economia feita durante o período matutino, seus estômatos reabriram mais, permitindo, assim, maior elevação da transpiração.

Estudando a curva do andamento diário da transpiração de Laranja Caipira, verificou-se, que, no período da manhã, houve por parte desta planta, uma certa restrição fisiológica da perda de água, em consequência do fechamento de seus estômatos.

O andamento diário da transpiração de Poncirus trifoliata apresenta restrição de seu consumo de água, pelo fechamento dos estômatos da planta. Verifica-se que a restrição teve lugar, justamente nas horas de maior seca, isto é, ao redor do meio dia.

Resumindo os dados de andamento diário da transpiração das plantas cítricas, podemos afirmar que, elas apresentaram apenas pequenas restrições no seu consumo de água durante o período chuvoso.

5.3.1.2 - Época seca

Analisando a curva do andamento diário da transpiração, de Laranja Valência sobre Limão Cravo, verifica-se que a transpiração aumentou, a partir das 8 horas, continuamente, até às 11 horas. Esse aumento de transpiração acompanhou o incremento da evaporação quase totalmente, durante o mesmo período, o que indica que, durante esse intervalo de tempo, a planta transpirou livremente. Das 11 às 12 horas, porém, enquanto a evaporação embora menos intensa, se conservava em ligeira ascensão, a transpiração caiu bruscamente. Esta queda da transpiração só pode ser interpretada, provavelmente, pelas baixas condições de iluminação reinantes após as 11 horas, o que sugere fortemente o fechamento estomático por falta de luz.

Das 14 as 15 horas, houve nova queda na transpiração, que pode ser perfeitamente interpretada como uma segunda restrição, por falta de luminosidade.

O andamento diário da transpiração de Laranja Valência sobre Laranja Caipira, desenvolveu-se relativamente paralelo ao da evaporação, durante quase todo o dia, indicando ausência de restrição do consumo hídrico.

A antecipação de duas horas, no máximo da transpiração, em confronto com a evaporação, no andamento diário da Laranja Valência sobre Poncirus trifoliata, indica-nos ter havido uma certa restrição no seu consumo de água, no período das 13 horas.

As plantas cítricas não enxertadas, durante o período da seca, apresentaram restrições no seu consumo hídrico. Observa-se, que os valores de transpiração foram bastante baixos, indicando que seus estômatos permaneceram quase fechados, durante todo o dia.

Os resultados do andamento diário da transpiração das plantas cítricas mostram-nos, pois, que todas as plantas investigadas restringiram fortemente sua perda de água, durante o período de seca, a exceção da Laranja Valência sobre Laranja Caipira, que, possivelmente, transpirou sem restrição. O fato desta planta transpirar quase a mesma quantidade, nas duas épocas do ano, sugere fortemente que sua não resistência à seca, seja devida a este motivo.

A abertura dos estômatos das plantas restantes devem ter sido muito pequena. Estas plantas encontraram, no período de seca, portanto, condições adversas de suprimento de água, sendo, então, obrigadas a restringir acentuadamente sua transpiração.

Podemos dizer, resumindo, que o andamento diário da transpiração das plantas cítricas, durante ambos períodos do ano, não pode ser representado por um único tipo de curva. De um modo geral poderíamos estabelecer dois tipos de andamento diário da transpiração.

Em primeiro lugar teríamos o tipo de curva paralela à da evaporação, que indica que a transpiração é feita livremente, sem restrições. Segundo COUTINHO (8), tal comportamento não nos deve fazer supor obrigatoriamente, que as plantas que o apresentam não tenham capacidade de controlar sua transpiração. Como se depreende das observações de FERRI e LABORIAU (17), MEGURO e FERRI (40), certas espécies que podem não restringir sua transpiração durante o dia, têm, no entanto, aparelhos estomáticos bastante eficientes. Estas mesmas espécies, em condições mais precárias, de suprimento hídrico, podem passar a economizar água.

Um segundo tipo de comportamento é aquele em que a planta apresenta pequenas restrições de transpiração, recuperando-se, pela economia feita, em poucas horas. Neste caso, as curvas de transpiração apresentam, durante o período diurno, dois ou mais máximos transpiratórios. STOCKER (70) e COUTINHO (8), encontraram também este tipo de comportamento para plantas de mata pluvial tropical.

Baseados em BINET e BRUNEL, citados por FERRAZ (13), podemos distinguir cinco comportamentos típicos:

- Tipo 1 - a planta perde água exatamente como uma superfície livre ;
- Tipo 2 - ao redor do meio dia, há o fechamento parcial dos estômatos ;
- Tipo 3 - é um tipo mais drástico que o precedente, pois o fechamento é total e o decréscimo na transpiração é apreciável ;
- Tipo 4 - típico das cactáceas ; neste caso os estômatos estão fechados durante todo o dia, a transpiração é pequena e segue o poder evaporante do ar ; e
- Tipo 5 - a transpiração é quase nula, durante todo o dia.

5.3.2 - Rapidez ao fechamento hidroativo dos estômatos e transpiração cuticular

Apenas para formar-nos uma idéia do grau de eficiência dos aparelhos estomáticos das plantas cítricas investigadas, pareceu-nos interessante obter informações sobre a velocidade de fechamento dos estômatos. Segundo COUTINHO (8), o conhecimento do grau de eficiência dos aparelhos estomáticos no controle da transpiração é de grande interesse em estudos de balanço de água, pois, permite-nos avaliar se as plantas têm ou não a capacidade de restringir, rapidamente a sua perda de água, caso o suprimento seja deficiente.

FERRI (15), ao tratar da rapidez do fechamento estomático, faz interessantes observações sobre esse tema. FRANCO e MAGALHÃES (22) ocuparam-se também do mesmo problema.

Considerações sobre as teorias que procuram explicar a fisiologia dos movimentos estomáticos, foram feitas por COUTINHO (8).

Uma perda inicialmente grande indica que os estômatos estão provavelmente, abertos, o que se pode comprovar por infiltração em folhas comparáveis. Ao assumir, tal perda, um valor quase constante, tem-se uma indicação de que os estômatos estão, praticamente, fechados, o que nos permite calcular quanto tempo, a partir do início levaram os estômatos para completar essa reação.

A análise dos dados do movimento hidroativos dos estômatos, das plantas cítricas em estudo, nos possibilita admitir, até certo ponto, que os enxertos e tipos de pés francos, nos dois períodos considerados, apresentam movimentos estomáticos rápidos, nos primeiros 14 minutos depois de se ter separado a folha da planta.

KETELLAPER (35) faz uma análise crítica de todas as teorias hoje existentes, que procuram explicar os movimentos estomáticos, e chega finalmente à conclusão de que um maior número de dados precisam ainda ser obtidos, para que se possa esclarecer melhor este proble-

ma. COUTINHO (8) concorda plenamente com esta posição, uma vez que os dados atualmente existentes parecem ainda de confirmação mais frequente e mais extensa.

O grau de abertura dos estômatos não foi determinado, pois o método clássico de infiltração, revelou-se ineficiente, para o caso das folhas de laranjeiras. Em observações preliminares de infiltração, com xilol, constatou-se que os estômatos destas plantas são altamente sensíveis à luz, a ponto de suas folhas apresentarem, simultaneamente estômatos abertos e fechados em diferentes regiões da mesma folha. Alias, este fato já havia sido observado por CAMARGO (7).

Além disso, COUTINHO (8), "a penetração do líquido não depende exclusivamente do grau de abertura dos estômatos, mas também do fato das paredes dos espaços intercalulares serem ou não molháveis pelo líquido empregado. Mesmo que haja forte infiltração, isto não nos assegura que os estômatos estejam abertos, uma vez que essa penetração pode ocorrer também através de pequenas fendas da cutícula. A não penetração também não nos garante que os estômatos estejam perfeitamente fechados. Pode-se supor que, atingida uma certa redução da abertura estomática, já nem mesmo os líquidos de menor viscosidade consigam infiltrar. No entanto, este método é bastante útil, quando empregado para a obtenção de informações iniciais e para confronto com dados obtidos com outros métodos".

Com a finalidade, de formarmos uma idéia sobre a ordem de grandeza dos valores de transpiração cuticular, fizemos umas determinações que apresentamos nas tabelas 7 e 14. Estes valores somente são aproximados. Foram obtidos em folhas das plantas em estudo, vaselinando-se a face abaxial (estomática). Não foram levadas em consideração as quantidades de água que a vaselina deixa passar. Essas quantidades são, na verdade, pequenas, mas quando se desejam valores muito exatos devem ser levadas em conta (FERRI).

Nas determinações dos valores da transpiração cuticular não foram tomados em consideração os estômatos da face adaxial, sobre a nervura principal, por ocuparem uma área desprezível, em relação à da face abaxial das folhas. Segundo VENCOVSKY (75), o abandono dessas áreas não viria influir significativamente nos resultados.

Verifica-se, rapidamente, que os valores da transpiração cuticular, são relativamente baixos, em todas as plantas estudadas, tomando-se em consideração o peso inicial da folha em estudo, expressado em miligramas (mg), e as condições atmosféricas, da umidade relativa e da temperatura, expressadas em porcentagem, e graus centígrados, respectivamente.

Observa-se ainda, que apesar de os valores transpirados pela cutícula serem baixos, a Laranja Caipira apresenta o maior índice de transpiração cuticular, indicando, assim, menor proteção da cutícula contra a transpiração.

A ocorrência de uma transpiração cuticular relativamente reduzida, pareceu-nos sobremaneira interessante, uma vez que os valores por nós encontrados assemelham-se aos encontrados por outros autores, em plantas de regiões semi-áridas.

Segundo COUTINHO (8), naturalmente, rápidos movimentos estomáticos são de pouco valor como elemento de resistência a seca, se através da cutícula a planta perder água com facilidade. Mesmo que a restrição da transpiração estomatar seja prontamente efetuada, se a transpiração cuticular for alta, dentro de pouco tempo a planta atingirá o seu déficit de saturação letal. Referindo-se à importância da transpiração cuticular, assim se expressa STALFELT (68) : "Embora essa transpiração cuticular comparada à transpiração total pareça insignificante, representa por vèzes, na vida das plantas, um papel fatal, porque se encontra fora do contròle fisiológico".

Como RAWITSCHER e FERRI, citados por COUTINHO (8), salientam, "a resistência de uma planta contra a seca depende, pois, em primeira linha, da pequenez da transpiração cuticular" . Assim, uma das características sempre atribuídas às plantas xerófitas, que habitam os desertos, as estepes, nossas caatingas, etc., é o baixo nível de sua transpiração cuticular.

Segundo KRAMER e KOZLOWSKI (36), a transpiração cuticular raramente ultrapassa 10% da total, mas há dados de perdas de até 30% .

BARTHOLOMEW (3) mostra que, "a quantidade de água perdida pelas folhas, através da epiderme cutinizada é relativamente pequena: a maior parte sai através dos ostíolos dos estômatos, que, em cítricas, têm uma superfície média de umas 20 micra quadradas. Como as folhas só em ter de uns 300 a 600 por milímetro quadrado, o conjunto de ostíolos de uma folha representa, por conseguinte, cerca de 1% da superfície da mesma" . Segundo FERREZ (13), em média a área total dos estômatos varia entre 1 e 2% da área total da folha.

5.3.3 - Déficit de saturação das folhas

As determinações dos déficits de saturação obedeceram ao critério proposto por STOCKER (69) e já citado no capítulo referente à metodologia.

Vimos também que o déficit de saturação é expresso em porcentagem do conteúdo máximo de água nas folhas.

Nas tabelas 4 ao 6 e 11 ao 13 , estão reunidos os dados obtidos de déficit de saturação, durante as duas épocas climáticas estudadas. Com isso, será possível a constatação de que, de uma forma geral, no período de menor pluviosidade do ano, -- mês de maio -- ocorre uma elevação nos déficits de saturação.

Durante o período de seca do presente ano, grande parte das plantas cítricas apresentavam indícios de um balanço hídrico relativamente equilibrado, o que se constatava, embora grosseiramente, pela quase ausência de sinais de murchamento. Entretanto, algumas plantas mostraram sintomas nítidos de falta de compensação de suas perdas hídricas. Entre estas figuram, especialmente, Laranja Valência sobre Laranja Caipira e o Cavalo Laranja Caipira. Estas plantas apresentavam-se relativamente desseccadas, com suas folhas algo dobradas e enroscadas. Segundo FERRAZ (13), os maiores ou menores distúrbios sofridos pela plantas serão consequência da natureza dos diferentes vegetais e do grau de intensidade da falta de água. O efeito mais pronunciado e genérico da falta de água reside na diminuição da divisão e crescimento das células, o que comunica às plantas submetidas a prolongados déficits de água e seu aspecto atrofiado.

Nessa época, o cavalo Laranja Caipira mostrou os déficits de saturação mais elevados de todos os que se registraram (31,7 e 33,8%). O mais baixo valor obtido, 0,4%, coube a Laranja Valência sobre Poncirus trifoliata, o que nos indica que, mesmo no período de seca, esta planta contou com suficiente suprimento de água para manter-se praticamente saturada.

Dentre os dados de déficits de saturação de plantas de outros tipos de vegetação no Brasil, temos a referir:

Na mata pluvial tropical, COUTINHO (8) registrou valores baixos em árvores, arbustos, lianas e ervas terrestres (desde 0,1 até 9,2%); já em epífitas os valores foram mais elevados: 93,8% em Hymenophyllum polyanthus Sw e 55,6% em Polypodium hirsutissimum Raddi.

CAMARGO (6) encontrou, na estação seca, valores relativamente baixos, sendo o maior deles cerca de 10% em Spathodea nilotica, Seem. DE MARINIS e MACIEL (11), registraram valores de

déficits de saturação oscilantes, na época chuvosa, em tipos de folhas ensolaradas e sombreadas, de Copaifera langsdorffii Desf. , sempre relativamente baixos, embora maiores, no período vespertino.

Durante o período chuvoso de 1968 , as plantas cítricas apresentaram déficits de saturação relativamente pequenos, em confronto com a época seca — o que traduz o bom suprimento hídrico com que contaram algumas plantas ou a eficiente restrição do consumo de água de outras.

Segundo RAWITSCHER et al. (59) , a capacidade de suportar elevados déficits de saturação é uma característica que vai unida estreitamente às peculiaridades de xerófitas extremas. FERRI , citado por COUTINHO (8) , também concorda que "the best adapted plants (refere-se à adaptação à seca) should be considered those which could keep the stomata open even under the hardest condition and yet survive" .

De um modo geral, o exame comparativo das curvas do andamento diário da transpiração das plantas estimadas com as do déficit de saturação das respectivas folhas, vem revelar, que o déficit de saturação, pelo menos no caso dessas observações, é um fator importante, senão o principal , como causa do fechamento dos estômatos e consequente restrição da transpiração, em plantas cítricas. Segundo FERRAZ (13) , um segundo efeito da falta de água é sobre a abertura e fechamento dos estômatos. Praticamente todos os autores que se dedicaram ao assunto consideram que a abertura dos estômatos é muito sensível à seca, sendo, talvez, o primeiro efeito mensurável de uma reduzida disponibilidade de água.

OPENHEIMER e ELZE citados por FERRAZ (13) , em trabalho realizado em Israel chegaram à conclusão que, em culturas de citros o grau de abertura dos estômatos é indicador da necessidade de irrigação.

5.4 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

A discussão dos resultados obtidos, através da análise estatística dos dados fornecidos pelo experimento, está apresentada a seguir.

5.4.1 - Andamento diário da transpiração total

Foi constatado efeito significativo dos tratamentos sobre o andamento diário da transpiração total. Este fato concorda, até certo ponto, com as conclusões de RODRIGUEZ e INFORZATO (62), que afirmam que o grau de transpiração de árvores de citrus está influenciado pela variedade do porta-enxerto. A aparência externa das árvores indicou a resistência relativamente alta, à seca, das plantas enxertadas sobre Limão Cravo. Este fato foi confirmado por esta investigação.

Sob as condições da presente investigação, os porta-enxertos exercem uma influência pronunciada sobre a proporção de transpiração e abertura de estômatos da variedade enxertada sobre eles.

Uma diferença entre plantas enxertadas e francas sobre o andamento diário da transpiração, também foi constatada. Isso vem, por um lado, concordar com as afirmações de MENDEL (42) em relação ao porta-enxerto Limão Rugoso. Este autor conclui que os cavalos têm uma influência muito pronunciada na perda de água e na abertura estomatal. E acrescenta, ainda, que o aspecto mais chocante e a mais alta transpiração e abertura estomatal se observa nas plantas enxertadas em Limão Rugoso.

É interessante ressaltar a diferença entre tipos de pés francos que foi verificada. Possivelmente, sob as mesmas condições e ao mesmo tempo, cavalos diferentes podem apresentar comportamento bem diverso: uns podem transpirar livremente, sem nenhuma restrição, mesmo nas épocas e nas horas mais secas. Outros, nas horas críti -

cas, fecham seus estômatos, ficando somente com a transpiração cuticular ou, pelo menos, diminuem muito a transpiração, quando o fechamento dos estômatos não é completo.

A explicação para a existência destes dois tipos tão diferentes de comportamento de cavalos de citrus da mesma região e nas mesmas condições, em relação ao fator água, reside no seguinte: os primeiros possuem raízes muito profundas que exploram as camadas de solo que pouco, ou nada são afetadas pela seca; os outros, apenas possuem raízes superficiais de sorte que, nas horas de transpiração muito intensa, a água falta, sobrevivendo, então, o fechamento dos estômatos.

Os comentários a respeito estão perfeitamente dentro dos dados encontrados na literatura, onde MONTENEGRO (46) afirma que o porta-enxerto, ou cavalo, é quase exclusivamente representado pelas raízes, e que o desenvolvimento e a forma do sistema radicular são característicos da variedade ou de espécie, porém a ação de fatores tais como solo, clima, variedade selecionada para enxerto e práticas culturais, podem produzir modificações maiores ou menores.

Foi verificado, também, o efeito significativo das Épocas dentro de Tratamentos. A precipitação pluviométrica registrada nas diferentes épocas do ano consideradas, parece ter exercido influência sobre a intensidade transpiratória das plantas, através da diminuição da quantidade de água disponível no solo. Os valores obtidos no mês de maio foram os mais baixos, após as plantas terem ficado sujeitas a um período de seca relativamente longo. Tal fato deve ter sido o responsável por uma restrição da perda de água pelas plantas, produzida pelo fechamento dos estômatos, durante as horas do dia em condições do ambiente estariam favorecendo uma elevada transpiração. Tais resultados confirmam inteiramente as observações de FERRAZ (13) para quem com o decréscimo de água no solo, as reduções de transpira-

ção tornam-se notáveis. Para que haja uma transpiração alta, durante um certo tempo, há necessidade de um adequado suprimento de água às folhas, pois, a medida que elas vão ficando com pouca água, seus estômatos começarão a fechar. BORDEAU, citado por KRAMER e KOZLOWSKY (36), mostra, para uma série de carvalhos, uma queda de 100 para 15 quando o nível de água cai, da capacidade de campo ao ponto de murchamento permanente.

Este fato é confirmado por HANKS, GARDNER e FLORIAN (27), que afirmam: "where other factors, such as fertility, disease, etc., do not limit growth, transpiration is strongly related to crop growth. Where water is not limiting, transpiration and plant growth are strongly related to weather factors. However, where water is limiting, transpirations and plant growth are related more to water availability than to weather factors" .

Existe um efeito devido a épocas (158,49 **) . Esse efeito porém não é o mesmo para os diversos tratamentos. O efeito de época não foi pronunciado no tratamento Laranja Valência sobre Laranja Caipima nas duas épocas climáticas. Provavelmente, os aparelhos estomáticos desta planta são pouco eficientes, por não ter a capacidade de restringir, rapidamente, a sua perda de água, caso o suprimento à folha seja deficiente. COUTINHO (8) chama a atenção para o fato de que muitas plantas da mata pluvial tropical apresentam, quanto à sua capacidade de hidro-reação estomática, uma eficiência comparável àquela apresentada por plantas xerófitas. WALLACH (77) já havia verificado que certas orquídeas epífitas, de matas tropicais são capazes de restringir rapidamente sua transpiração, fechando completamente seus estômatos, dentro de alguns minutos, apenas. KAMERLING (34) observa que Dendrobium secundum e Sophranitis cernua são epífitas extremamente resistentes à seca.

Deve-se, ainda, ressaltar que o efeito das Épocas dentro de Horas foi constatado. Esse efeito, porém, não foi o mesmo para as diferentes horas. Este fato concorda com os resultados de OPPENHEIM (49) e GONZALEZ-SICILIA (23) que encontraram que os estômatos das folhas de citrus começam a se abrir já na madrugada, ou pouco depois, alcançando sua máxima abertura pelo meio da manhã e, permanecendo totalmente abertos até depois das 16:20 horas, quando começam a fechar-se, para fazê-lo com grande rapidez, ao aproximar-se o crepúsculo. Desde logo, a luz é, provavelmente, o fator principal na abertura e fechamento dos estômatos, como o mostra a correlação anteriormente descrita, entre a abertura dos estômatos e a variação da luminosidade, ao longo do dia.

Verifica-se também, dos resultados acima, que 11 e 12 horas não proporcionaram efeito significativo, nas duas épocas estudadas. Tais resultados confirmam plenamente as afirmações de FERRAZ (13) que, mesmo em solos com bastante água, é comum um decréscimo da transpiração ao meio dia, em virtude do atraso da absorção de água em relação às perdas, o que provoca um déficit interno de água que torna as folhas murchas, com o conseqüente fechamento dos estômatos.

As comparações estatísticas dos valores médios da transpiração total das plantas enxertadas e francas, mostraram diferenças altamente significativas, nas duas épocas estudadas e anual.

Na época chuvosa, como era de se esperar se obtiveram as maiores médias de transpiração, possivelmente em virtude de um adequado suprimento de água às folhas.

É interessante ressaltar que o Limão Cravo, em presença ou ausência de Laranja Valência, apresentou os valores mais elevados de transpiração, em confronto com os demais tratamentos, durante a época chuvosa. Estes resultados, coincidem, até certo ponto, com os obtidos por HAAS e HALMA (24), que afirmam que a transpiração é

mais intensa no limoeiro que no pomelo, e mais nêste que na laranja, o que estã de acôrdo com a observação efetuada por BARTHOLOMEW (4), de que os estômatos das fôlhas maduras da laranja reacionam em menor grau, às variações do meio ambiente que os das fôlhas maduras de limoeiros e pomelos.

Não é a maior ou menor abertura dos estíolos o único fator anatômico que determina a intensidade da transpiração; a area das superfícies internas da fôlha, onde tem lugar a transpiração, é também um fator de importância. Nêste aspecto as fôlhas que têm uma grande quantidade de tecido paliçadico apresentam uma maior superfície interna evaporadora, e, portanto, nelas, a transpiração é mais intensa; como ocorre com o limoeiro, cujas fôlhas, segundo HALMA (25), possuem cêrca de uns 20% mais desta classe de tecido que as fôlhas da laranjeira, razão pela qual as fôlhas daquêle perdem água mais rãpidamente que as de laranjeira.

O efeito de horas é significativo (7,60 **) porém o padrão de variação da transpiração nas horas foi semelhante para os diversos tratamentos (1,28 n.s.).

5.4.2 - Déficit de saturação das fôlhas

O balanço ou economia de água, em relação à planta, abrange várias etapas, a saber: a entrada da água para a planta (absorção); o seu transporte para as regiões de consumo (condução) e a sua devolução para o meio (transpiração).

O estudo da economia hídrica apresenta inúmeros problemas iniciando-se com a determinação das reservas de água existentes nas diversas camadas de solo, onde se encontrem raízes. Isso só, porém, não basta, pois nem toda a água contida no solo pode ser retirada pelas raízes. Quando as reservas hídricas descem abaixo de um certo limite, as partículas de solo as mantêm com forças tão grandes, que

mesmo os maiores valores osmóticos , encontrados nos pêlos absorventes, são incapazes de vencer. É necessário, por conseguinte, conhecer as frações de água do solo, que podem ser aproveitadas pelas diferentes plantas cítricas.

Outra questão é verificar se a água absorvida é eficazmente conduzida.

Quando a absorção, ou a condução, são pouco eficientes, as quantidades de água aduzidas às folhas são insuficientes para compensar as perdas pela transpiração (balanço negativo) . A planta, neste caso, ou limita a sua transpiração, fechando os estômatos, ou, quando não pode reduzi-la suficientemente, apresenta um déficit na sua saturação, que se manifesta pela perda de turgescência das folhas (murchamento) . Quando tal déficit ultrapassa um certo limite, variável para cada planta cítrica, o vegetal morre.

Se a planta transpira com nenhuma ou pouca restrição, durante todo o dia, sem apresentar um grande déficit de saturação, isso nos indica claramente, não só que no solo há água, mas ainda que esta é absorvida e conduzida eficazmente.

O efeito dos tratamentos sobre o déficit de saturação das folhas foi verificado. Este fato corrobora as conclusões de MENDEL (42) , que afirma que folhas de árvores sobre Limão Rugoso apoiadas de ter significância de déficits baixos de saturação em comparação de aquelas árvores sobre Lima Doce .

Foi constatado, também, o efeito das horas. Ressalta-se aqui, que os déficits determinados nas folhas colhidas á tarde, isto é, nas folhas que atravessaram um longo período de transpiração, são maiores que os encontrados pela manhã.

Isto indica que o abastecimento da copa não é bastante eficiente e que as reservas hídricas existentes nas camadas de solo em que se encontram as raízes dessas plantas, não são suficientes para

suprir as suas necessidades. Entretanto, estes resultados, contrariam as observações de FERRI (14) em experimentos de transpiração de plantas permanentes dos cerrados.

O efeito de horas é significativo (6,10 **) , porém o padrão de variação da transpiração nas horas foi semelhante para os diversos tratamentos (1,33 n.s.) . Existe um efeito devido a épocas (112,44 **) . Esse efeito porém, não é o mesmo para os diversos tratamentos (32,46 **) .

Durante o período de sêca, grande parte das plantas cítricas em estudo, apresentava indícios de um balanço hídrico bastante equilibrado, o que se constatava, embora grosseiramente, pela quase ausência de sinais de murchamento. Entretanto, algumas plantas mostraram sintomas nítidos de falta de compensação de suas perdas hídricas. Entre estas figuram, especialmente, o cavalo Laranja Caipira, que apresentou os valores mais elevados de déficits de saturação, durante a época sêca. Estas plantas apresentaram-se relativamente dessecadas, com suas fôlhas algo enroladas. FERRAZ (13) afirma que os maiores ou menores distúrbios sofridos pela planta seriam consequência da natureza dos diferentes vegetais e do grau de intensidade da falta de água. O efeito mais pronunciado da falta de água reside na diminuição da divisão e crescimento das células, o que comunica às plantas submetidas a prolongados déficits de água seu aspecto atrofiado.

As plantas cítricas estão, portanto, adaptadas a resistir a períodos de sêca, de certa duração, por meio de mecanismos fisiológicos, como capacidade de restrição da transpiração, ou de tolerância a altos déficits de saturação.

Durante a estação chuvosa, conquanto mantivessem os estômatos abertos, transpirando livremente durante todo o dia, as plantas cítricas não apresentavam, em suas fôlhas, grandes déficits de satu-

ração. Na época seca, os déficits encontrados foram um pouco maiores, mas não tão grandes como se poderia esperar. Em condições realmente xerofíticas, a perda de água seria de 15 a 50% (STOCKER, 1929).

É através das raízes que as plantas absorvem a água de que necessitam. Em determinadas condições do meio, ou em certas poucas espécies, as plantas conseguem obter água através das folhas (FERRAZ). Depois de 20 anos de estudo no que respeita a Limão Cravo, MOREIRA (48) , encontrou: "Trees budded on Rangpur Lime are more resistant to drought conditions than other rootstocks" . No referente a Laranja Caipira, no mesmo experimento afirma: "They are very sensitive to drought. When the rainy season is delayed, the spring blossom is dropped and the trees exhibit a great amount of off-bloom. On the high plains of the State of São Paulo, trees budded to sweet orange should be irrigated, because in many years the rains come late in spring or stop early in fall" .

MILLS (43) descrevendo os porta-enxertos cítricos, afirma o seguinte, sobre o sistema radicular da laranjeira doce: "He will note that the sweet-orange root is a persistent surface feeder, having almost its entire root-system above a depth of eighteen inches and rising to within eight inches of the surface. This stock, he will observe, produces an abundance of fibrous roots that concentrate near the surface, just beneath the reach of the plow and cultivator, thus making the tree susceptible to drought" . Em contraposição ao afirmato por MILLS (1902) , OPPENHEIMER (50) diz: "in the sweet orange stock, we observed a tendency to form strong tap roots" .

WEBBER (78) , sobre o porta-enxerto Poncirus trifoliata, expõe textualmente: "the trifoliata orange develops a well branched root system with very abundant fibrous roots, but the roots do not spread so widely as those of the rough lemon or the sweet orange" .

HUME (31) anota que o porta-enxerto Poncirus trifoliata tem "um bom sistema radicular que penetra bem no solo e que apresenta um abundante cabelame " . Finalmente, SHULTZ (64) observa que, o sistema radicular de Poncirus trifoliata não é muito extenso, mas que está bem provido de raízes fibrosas" .

Existe um efeito devido a épocas (112,44^{**}) . Esse efeito porém não é o mesmo para as diversas horas (2,46^{*}) .

6 - A G R A D E C I M E N T O S

O autor deseja externar seus agradecimentos as seguintes pessoas e instituições que, contribuíram à realização da presente Tese:

- Dr. Paulo Nogueira de Camargo, orientador do candidato, Professor Assistente da 20.^a Cadeira (Química Biológica) da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" ;
- Dr. Salim Simão, Professor Catedrático da 12.^a Cadeira (Horticultura) da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" ;
- Dr.^s Roland Vencovsky , Eduardo C. Ferraz , Célio Moreira e Francisco F. Toledo , Professores Assistentes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" ;
- Universidade de Guayaquil , Equador ;
- Ministério de Agricultura e Ganaderia do Equador ;
- Dr. Heitor S. Montenegro, Assessor Técnico da F. A. O. ;
- Dr. Joaquim Teófilo Sobrinho, chefe da Estação Experimental de Citricultura de Limeira, em Cordeirópolis, do I. A. C.
- Dr.^s Sylvio Moreira e Ary Salibe , Técnicos Citriculturistas ;
- Dr.^s Ody Rodriguez e Jorginho Pompeu Júnior , Chefe e Assistente Técnico, respectivamente, da Seção de Citricultura do Instituto Agrônomo de Campinas ;
- Eng.^o Manuel Rodriguez Cedillos , aluno pós-graduado de Fitotecnia ;
- Eng.^{os} Augusto Bueno Cifuentes e Arnaldo Capeda Carbo , Professores Titular e substituto, respectivamente, da Faculdade de Agronomia e Veterinária da Universidade de Guayaquil , Equador ;
- Departamentos de Solos e Climatologia Agrícola do I. A. C.

7 - RESUMO

O presente trabalho foi realizado na Estação Experimental de Limeira, em Cordeirópolis, do Instituto Agronômico de Campinas, de Setembro de 1968 a Maio de 1969, acompanhando-se, uma vez por semana, a transpiração das plantas, no período das 8 às 16 horas.

O objetivo desta investigação foi estudar, comparativamente, o balanço hídrico de plantas cítricas e procurar uma possível causa da baixa resistência à seca, da Laranja Caipira, e da influência da variedade enxertada sobre ela.

A bibliografia consultada refere-se a pesquisas de economia de água de diversas plantas cultivadas, sendo incrivelmente reduzido o número de trabalhos sobre citrus, não só no Brasil, mas em todo o mundo.

Para a realização do experimento, escolheram-se os enxertos Laranja Valência (Citrus sinensis [L.] Osbeck) sobre Limão Cravo (Citrus limonia [L.] Osbeck), Laranja Valência sobre Laranja Caipira (Citrus sinensis [L.] Osbeck) e Laranja Valência sobre Poncirus trifoliata (L.) Raf. e os tipos de pés francos Limão Cravo, Laranja Caipira e Poncirus trifoliata, designados por MOREIRA (48) como resistente, susceptível e intermediário respectivamente a condições precárias de seca.

Na presente investigação, procurou-se obter informações sobre o andamento diário da transpiração, déficits de saturação das folhas, movimento hidroativo dos estômatos e transpiração cuticular, das plantas cítricas mencionadas, durante as épocas chuvosa e seca. Os valores de transpiração foram determinados pelo método das pesagens rápidas, com o auxílio de uma balança de torsão (Jung, Heidelberg, Alemanha) e os déficits de saturação adotando o critério proposto por STOCKER (69).

Observações sobre o andamento diário da temperatura, umidade relativa, tensão de vapor, ~~evaporação~~ e luminosidade, foram efetuadas simultaneamente, das épocas estudadas, especialmente naquêles em que o andamento diário da transpiração era investigado.

Foram construídas curvas comparativas de andamento diário da transpiração, déficits de saturação, movimento hidroativo dos estômatos e dos fatores climáticos.

A análise estatística foi realizada, tomando três determinações para cada tratamento e para cada faixa de tempo, portanto, 27 determinações para cada tratamento e para cada época do ano. Utilizaram-se os métodos de análise da variância e um estudo de graus de liberdade individuais, com a finalidade de facilitar as devidas interpretações. Para a comparação de médias, foi empregado o teste de Duncan. Na análise da variância, tomaram-se as médias das três repetições, em cada hora, e para cada tratamento.

Os resultados da pesquisa mostraram que:

- a - A Laranja Valência sobre Laranja Caipira não restringiu, estatisticamente, sua transpiração, durante a época seca, isto é, em condições precárias de suprimento de água as fôlhas, enquanto que, sobre Limão Cravo e Poncirus trifoliata, ela apresentou restrições. Isto sugere que a baixa resistência as condições de seca, da Laranja Valência sobre Laranja Caipira, seja devida, provavelmente, a sua incapacidade de restringir a transpiração.
- b - Nas condições de trabalho, houve restrição da perda de água, em algumas horas do dia, pela maioria das plantas cítricas, a exceção da Laranja Valência sobre Laranja Caipira, que transpirou quase livremente, durante a época seca.

- c - A luminosidade é responsável por algumas restrições de transpiração, quando os demais fatores climáticos contribuíram para uma tendência de aumentar essa perda de água. Por isso é **in dispensável** a determinação dos seus valores de luminosidade, a par das determinações da transpiração. Em consequência, grande parte dos trabalhos anteriores, sobre andamento diário da transpiração, em que não foram obtidos dados de luminosidade, deverão ser revistos, neste aspecto.
- d - O coeficiente de variação, da análise estatística que, segundo PIMENTEL GOMES (53), dá uma idéia da precisão do experimento se encontra dentro dos limites para experimentos biológicos. Por conseguinte, o método das pesagens rápidas é de boa precisão, para pesquisas sobre o andamento diário da transpiração, desde que as respectivas pesagens sejam feitas dentro de dois minutos após o corte das folhas.

8 - SUMMARY

Literature on water economy of cultivated plants, covers studies on several crop plants but on citrus it is incredibly poor , in spite of the importance of this crop and of its water economy.

This work is a comparative study of the water economy of Valencia orange (Citrus sinensis [L.] Osbeck) scion upon the stocks of sweet orange (Citrus sinensis [L.] Osbeck) , Rangpur lime (Citrus limonia [L.] Osbeck) , and Poncirus trifoliata [L.] Raf. , including, also, a same comparative study of the seedling trees of the species used as stocks.

The main subject of the research was to look for a possible cause for the known lower resistance to drought, which is a feature of the sweet orange.

The field work was conducted at the "Estação Experimental de Limeira , Cordeirópolis , of the Instituto Agronômico do Estado de São Paulo , Campinas , S.P. " , between September, 1968 and May, 1969. Data concerning transpiration of the plants were collected once a week along the whole period, which covered the end of the dry season of 1968 , the rainy season of 1968/69 and the initial period of the dry season of 1969 .

The classic method of weighing the cut leaves in a Jung , Herldalber torsion balance, was used, for collecting the data.

In this research the author studied the daily march of transpiration, the saturation deficits of the leaves, the hydroactive movements of the stomata, and the cuticular transpiration of the plants during the dry and rainy seasons. The saturation deficits of the leaves were determined by the method of STOCKER (69) .

Data on daily march of temperature, relative humidity, vapor tension and luminosity, were collected simultaneously with those of transpiration.

Comparative curves of the daily march of transpiration, saturation deficits, hydroactive movement of the stomata, and of the climatic factors were made.

The statistical analysis of the results was carried out by taking three determinations for each treatment and for each range of time, 27 determinations for each treatment and for each of the two seasons (dry and rainy) were, therefore taken. The methods of analysis of variance, and a study of individual degrees of freedom were used for easier interpretations of the results. For the comparison of the means Duncan's test was used. The means of the three replications, on each hour, and for each treatment were considered for the analysis of variance.

The results of this research can be summarized as follows:

- a - Valencia orange upon stock of sweet orange did not statistically restrict its transpiration during the dry season, i. e. under precarious conditions of water supply to its leaves, but upon stocks of Rangpur lime, and upon Poncirus trifoliata, it did restrict the transpiration. This fact suggests that the lower resistance to drought showed by Valencia orange upon sweet orange is due, probably, to its lack of capacity for restricting its transpiration.
- b - In the dry season, most of the plants restricted the transpiration, on certain periods of the day, except Valencia orange upon sweet orange, which transpired almost freely.
- c - Eventual decreasing of light was responsible for some restrictions of transpiration when other climatic conditions were contributing for a tendency of increasing of transpirations. Thus, a great deal of works, already published, which interpreted restrictions of transpiration without data of luminosity must be revised on this respect.

- d - The coefficient of variation of the statistical analysis lies in this reserach , within the limits for biological experiments. Therefore, the method of rapid weighing of cut leaves my be con sidered as a method of good precision, for comparative researches on daily march of transpiration, if the weights of the leaves are taken within two minutes after their cutting.

9 - BIBLIOGRAFIA

- 1 - ANDERSON, N. E. , HERTZ, C. H. e RUFELT, H. - 1954 - A New Fast Recording Hygrometer for Plant Transpiration Measurements. *Physiologia Plantarum*, 7 , Fasc. 4: 753-767 .
- 2 - BAHGAT, M. M. - 1923 - A Study of the Structure and Distributions of Stomata in the Different Species of Citrus. Master's Thesis on File at University of California , Berkeley.
- 3 - BARTHOLOMEW, E. T. - 1926 - Internal Decline of Lemons. III. Water Déficit in Lemon Fruits Caused by Excessive Leaf Evaporation. *Amer. Jour. Bot.* 13: 102-117 .
- 4 - ----- - 1931 - Certain Phases of Citrus Leaf Transpiration. *Amer. Jour. Bot.* 18: 765-783 .
- 5 - GAMBARGO, P. N. de - 1960 - Contribuição para o Conhecimento da Anatomia de Hymenaea stilbocarpa Hayne. *Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr. , Univ. S. Paulo* 247 , Botânica 17: 11-105 .
- 6 - ----- et. al. - 1966 - Balanço Hídrico de Spathodea nilotica, (Seem.) . *Anais da E. S. A. "Luiz de Queiroz" , Univ. S. Paulo , Cadeira de Botânica* 23: 278-293 .
- 7 - ----- - 1969 - Explicação Pessoal. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" , Universidade de São Paulo.
- 8 - COUTINHO, L. M. - 1962 - Contribuição ao Conhecimento da Ecologia da Mata Pluvial Tropical. *Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr. , Univ. S. Paulo* 257 , Botânica 18: 1-219 .
- 9 - DARWIN, F. - 1898 - IX. Observations on Stomata. *Phil. Trans. Roy. Soc. Bot.* 190: 531-621 .
- 10 - DE MARINIS, G. e MACIEL, H. E. T. - 1968 - Ecologia de Copaifera langsdorffii Desf. , *I. Rev. Agricultura* 43 (2): 55-61 , Piracicaba.

- 11 - DE MARINIS, G. e MACIEL, H. E. T. - 1969 - Ecologia de Copai-fera langsdorffii Desf. , II. Rev. Agricultura 44 (1): 19-25 , Piracicaba.
- 12 - ECKARDT, F. - 1959 - Methodologie des Echanges Hydriques. UNESCO/NS/AZ/416 , Paris.
- 13 - FERREAZ, E. C. - 1968 - Apontamentos de Fisiologia Vegetal. Cadeira de Botânica da E. S. A. "Luiz de Queiroz" , Univ. S. Paulo , 1-65 .
- 14 - FERRI, M. G. - 1944 - Transpiração de Plantas Permanentes dos Cerrados . Bol. Fac. Fil., Ciênc. Letr. XLI , Botânica 4: 161-224 .
- 15 - ~~.....~~ - 1955 - Contribuição ao Conhecimento da Ecologia do Cerrado e da Caatinga. Estudo Comparativo da Economia de Água de sua Vegetação. Bol. Fac. Fil., Ciênc. Letr. 195 , Botânica 12: 1-170 .
- 16 - ~~.....~~ e COUTINHO, L. M. - 1958 - Contribuição ao Conhecimento do Cerrado. Estudo Comparativo da Economia de Água de sua Vegetação em Emas (Est. São Paulo) , Campo Grande (Estado de Mato Grosso) e Goiânia (Est. de Goiás) . Bol. Fac. Fil., Cienc. Letr. , Univ. S. Paulo 224 , Botânica 15: 103-150 .
- 17 - ~~.....~~ e LABOURIAU, L. G. - 1952 - Water Balance of Plants from the "Caatinga" . I. Transpiration of Some of the Most Frequent Species of the "Caatinga of Paulo Afonso (Bahia) in the Rainy Season. Rev. Brasil. Biol. 12, (3): 301-312..
- 18 - FRANCO, C. M. e INFORZATO, R. - 1950 - Quantidade de Água Transpirada pelo Cafeeiro Cultivado ao Sol. Bragantia, 10 (9): 247-257 .
- 19.a- ~~.....~~ e ~~.....~~ - 1950 - Transpiração de Eucalyptus saligna Sm. Ciência e Cultura 2 (1): 29-30 .
- 19.b- ~~.....~~ e ~~.....~~ - 1952 - Nota Sobre a Transpiração de

- Eucalyptus saligna. Palestra mimeografada pela Serv. Flor. do Est. da Secr. da Agr. São Paulo .
- 20 - FRANCO, C. M. e INFORZATO, R. - 1967 - Transpiração de Eucalyptus saligna Sm. em Condições de Cultura. *Phyton* 24 (1): 35-41 , V.
- 21 - ----- e MAGALHÃES, A. C. - 1962 - Techniques for the Measurement of Transpiration of Individual Plants. *Colloque International sur la Méthodologie de l'Eco-Physiologie Végétale*. Montpellier , France , 211-224 .
- 22 - ----- e ----- - 1963 - Inconveniências do Método das Pesagens Rápidas para a Medida da Transpiração. *Phyton* 20 (2): 87 -96, XI .
- 23 - GONZALEZ - SICILIA, E. - 1968 - El Cultivo de los Agrios. 3.^a edición. Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas. Madrid , ESPAÑA 297-353 .
- 24 - HAAS, A. R. C. e HALMA, F. F. - 1932 - Relative Transpiration Rates in Citrus Leaves. *Bot. Gaz.* , Vol. 93 , N.º 4 Junio de 1932 .
- 25 - HALMA, F. F. - 1929 - Quantitative Differences in Palisade Tissue in Citrus Leaves. *Bot. Gaz.* , 87 .
- 26 - HAMMER, L. - 1961 - Sobre la Ecología de Água de los Mangles. *Bol. Inst. Oceanog. Univ. Oriente , Cumana - Venezuela* 1 (1): 249-261 .
- 27 - HANKS, R. J. , GARDNER, H. R. and FLORIAN, R. L. - 1969 - Plant Growth Evapotranspiration Relations for Several Crops in the Central Great Plains. *Agronomy Journal* 61 (1): 30-34 .
- 28 - HENRICI, M. - 1945 - The Transpiration of South Afridan Plant Association. Part. 3 , Indigenous and Exotic Trees in the Drakensburg Area. *Sci. Bull. N.º 247 , Depart. Agric., Pretoria*.

- 29 - HENRICI, M. - 1946 - The Transpiration of Different Plant Associations in South Africa. Part. 4 , Parkland ; Forest and Sour Mountain. Sci. Bull. N.º 244 , Depart. Agric. and Forestry.
- 30 - HUBER, B. - 1927 - Ber. Dtsch. Bot. Ges. 45: 611 .
- 31 - HUME, H. H. - 1926 - The Cultivation of Citrus Fruits. Trad. de Julião Oschery. Macmillan , New York . 1-561 .
- 32 - HYGEM, G. - 1951 - Studies in Plant Transpiration. Physiol. Plant. 4 (1): 57-183 .
- 33 - IVANOFF, L. - 1928 - Zur Methodick der Transpirationsbestimmung am Standort. Ber. Deutsch. Bot. Ges. , Band XLVI , Heft 5: 306-310 .
- 34 - KAMERLING, Z. - 1913 - De Verdamping van Epiphyte Orchideen. Tydschr. Ned. Ind. , 71 , 54 .
- 35 - KETTLAPER, H. J. - 1963 - Stomatal Physiology. Ann. Rev. Plant. Physiology , Vol. 14: 249-268 .
- 36 - KRAMER, J. P. e KOZLOWSKI, T. T. - 1960 - Physiology of Trees McGraw-Hill Book Company, Inc. New York - Toronto - London. 276-367 .
- 37 - LABOURIAU, L. G. , FELIPE, G. M. e VALIO, I. F. M. - 1962 - Transpiração de Schizolobium parahyba (Vell.) Toledo. II - Comportamento na Estação Sêca, nas Condições de Caeté , Minas Gerais , Brasil. An. Bras. Cienc. 34 (4): 497-526 .
- 38 - LAMBERTI, A. - 1969 - Contribuição ao Conhecimento da Ecologia das Plantas do Manguezal de Itanhaem. Bol. Fac. Fil., Ciências e Letr. , Univ. S. Paulo 317 , Botânica 23: 1-217 .
- 39 - CENTRO NACIONAL DE ENSINO E PESQUISAS AGRONÔMICAS - 1960 - Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo. Boletim N.º 12: 1-32 . Rio de Janeiro. Brasil.

- 40 - MEGURO, M. e FERRI, M. G. - 1956 - Economia de Água de Cana de Açúcar. An. Acad. Brasil. Cienc. , 28 (4): 523-543 .
- 41 - NELLO, H. A. - 1960 - Contribuição ao Estudo do Consumo de Água por Eucalyptus alba Reinw , Piptadenia rigida Benth e Astronium urundeuva (Fr. Allem.) Engl. Tese , E. S. A. "Luiz de Queiroz" , 1-86 .
- 42 - MENDEL, K. - 1951 - Orange Leaf Transpiration Under Orchard Conditions. III. Prolonged Soil Drought and the Influence of Stocks. Palestine Jour. Bot. 8: 45-53 .
- 43 - MILLIS, J. W. - 1902 - Citrus Fruit Culture. California Agric. Exper. Sta. Bull. 138: 1-46 .
- 44 - MONSELISE, S. P. - 1951 - Some Differences Between sun and Shade Leaves of Citrus Trees. Palestine Jour. Bot. 8: 99-101 .
- 45 - MORELLO, J. - 1953 - Transpiración y Balance de Água de la Bananera en las Condiciones de la Ciudad de São Paulo. Bol. Fac. Fil., Cienc. Letr. , Univers. S. Paulo 156 , Botanica 10: 25-99 .
- 46 - MONTENEGRO, H. - 1960 - Contribuição ao Estudo do Sistema Radicular das Plantas Cítricas. Tese , E. S. A. "Luiz de Queiroz" , Univ. S. Paulo 1-147 .
- 47 - MOREIRA, S. - 1941 - Experiências de Cavalos para Citrus I . Bragantia 1: (8-9): 525-565 .
- 48 - ----- - 1956 - Citrus Diseases and Rootstock Problems in Brazil. Em Livre du IV Eme Congres International de L'Agriculture Mediterraneenne , 252-259 .
- 49 - OPPENHEIM, J. D. - 1927 - Researches on the Changes in the Opening of the Stomata Which Occur in Different Species of Citrus. Zionist Organ. Inst. Agr. and Nat. Hist. Agr. Rec. 1: 9-39 .

- 50 - OPPENHEIMER, H. R. - 1947 - Studies in the Water Balance of Unirrigated Woody Plants. Palestine Jour. Botany, Rehovot Ser. 6: 63-77 .
- 51 - ----- - 1953 - An Experimental Study on Ecological Relationships and Water Expenses of Mediterranean Forest Vegetation. Palestine Jour. Bot. , Rehovot Ser. VIII , (2): 103-124 .
- 52 - PFAFF, F. - 1870 - Sitz. Ber. Kgl. Bayer. Ak. Wiss. Muenchen, I: 27 .
- 53 - PIMENTEL GOMES, F. - 1966 - Curso de Estatística Experimental. E. S. A. "Luiz de Queiroz" , Univ. São Paulo, 1-404 .
- 54 - RACHID, M. - 1947 - Transpiração e Sistemas Subterrâneos da Vegetação de Verão dos Campos Cerrados de Emas . Bol. Fac. Fil., Cienc. Letr. , Univ. São Paulo 80 , Botânica 5: 7-135 .
- 55 - RAWITSCHER, F. - 1942 - Algumas Noções Sobre a Transpiração e o Balanço de Água de Plantas Brasileiras. An. Acad. Brasil. Cienc. XIV (1): 7-36 .
- 56 - ----- - 1942 - Problemas de Fitoecologia com Considerações Especiais Sobre o Brasil Meridional. 1.^a parte. Bol. Fac. Fil. , Cienc. Letr. , Univ. São Paulo 28 , Botânica 3: 5-111 .
- 57 - ----- - 1948 - The Water Economy of the "Campos Cerrados" in Southern Brazil. Journ. Econ., 36 (2): 237-268 .
- 58 - ----- e FERRI, M. G. - 1942 - Observações sobre a Metodologia para o Estudo da Transpiração Cuticular em Plantas Brasileiras, Especialmente em *Cedrella fissilis*. Bol. Fac. Fil., Cienc. Letr. , Univ. São Paulo 28 , Botânica 3: 113-139 .

- 59 - RAWITSCHER, F. , HUECK, K. , MORELLO, J. e PAFEN, K. - 1952 -
Algumas Observações sôbre a Ecologia da Vegetação das Caatingas. An. Acad. Brasil. Cienc. 24 (3): 287-301 .
- 60 - ----- e MORELLO, J. - 1952 - Eficácia del Método de Pesagem das Rápidas para Medir la Transpiración de Plantas. Ciencia e Investigación 8 (4): 183-185 .
- 61 - REUTHER, W. , BATCHELOR, L. D. and WEBBER, H. J. - 1968 - The Citrus Industry. Vol. II. Anatomy , Physiology , Mineral Nutrition , Seed Reproduction , Genetics , Growth Regulators Univ. of Calif. Press, Berkeley. 1-398 .
- 62 - RODRIGUEZ, O. and INFORZATO, R. - 1966 - Viruses Influence on Transpiration of Citrus Plants. 4th. Conference I. O. C. V. , Italy. 1-6 .
- 63 - SAMPAIO FERRAZ, J. - 1914 - Intruções Meteorológicas. Vo. II Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio. República dos Estados Unidos do Brasil. L'Édition d'Art. Gaudio Paris , 45 . Rue de L'Echiquier.
- 64 - SHULTZ, H. F. - 1939 - Porta-injertos para Citrus Recomendables en General. Circular N.º 80 . Estación Experimental Agrícola de Tucumán. Rep. Argentina. 1-16 .
- 65 - SEÇÃO DE CITRICULTURA DO INSTITUTO AGRÔNOMICO - 1969 - Histórico Sôbre Plantas Cítricas da Estação Experimental de Limeira , em Cordeirópolis. Campinas , São Paulo. 1-5 .
- 66 - SEÇÃO DE AGROGEOLOGIA DO INSTITUTO AGRÔNOMICO - 1969 - Caracterização Física - Química do Solo da Estação Experimental de Limeira , em Cordeirópolis. Campinas , São Paulo , 1-3 .
- 67 - SEÇÃO DE CLIMATOLOGIA AGRÍCOLA DO INSTITUTO AGRÔNOMICO - 1969 - Dados Climáticos da Estação Experimental de Limeira , em Cordeirópolis. Campinas , São Paulo. 1-2 .

- 68 - STALFELT, M. G. - 1956 - Die Stomatäre Transpiration und Die Physiologie der Spaltöffnungen. Handbuch der Pflanzenphysiologie, Band III: 351-426. Springer-Verlag, Berlin.
- 69 - STOCKER, O. - 1929 - Das Wasserdefizit von Gefasspflanzen in Verschiedenen Klimazonen. Planta, 7 (2-3).
- 70 - ----- - 1956 - Die Transpiration der Thallophyten. Handbuch der Pflanzenphysiologie, Band III: 293-311. Springer-Verlag, Berlin.
- 71 - TURREL, F. M. - 1947 - Citrus Leaf Stomata: Structure, Composition, and Pore Size in Relation to Penetration of Liquids. Bot. Gaz. 108: 476-483.
- 72 - ----- - 1961 - Growth of the Photosynthesis Area of Citrus. Bot. Gaz. 122: 284-288.
- 73 - VELARDE, T. E. - 1968 - Estudo de Alguns Aspectos da Cultura de Citrus. Trabalho Apresentado no Curso Pós-Graduado de Fitotecnia. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. 1-52.
- 74 - ----- e INFORZATO, R. - 1969 - Estudo do Sistema Radicular do Limão Cravo (Citrus limonia [L.] Osbeck) nas condições de Solo da Estação Experimental de Limeira, em Cordeirópolis. (no prelo).
- 75 - VENCOVSKY, R. - 1969 - Explicação Pessoal. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo.
- 76 - VILLACA, H. e FERRI, M. G. - 1954 - Transpiração de Eucalyptus tereticornis. Bol. Fac. Fil., Cienc. Letr., Univ. S. Paulo 173, Botânica 11: 5-29.

- 77 - WALLACH, A. - 1938 - Beitrage zur Kenntnis der Wasseraufnahme
Durch Die Luftwurzeln Tropischer Orchideen. Ztschr. F.
Bot. 33: 433-468 .
- 78 - WEBBER, H. J. - 1948 - Rootstocks: their Character and Rea-
tions. In Citrus Industry , Edited by Batchelor and
Webber . University of California Press. Vol. 2: 69-168.

10 - A P E N D I C E

QUADRO A - Andamento diário da transpiração dos tratamentos estudados, expressados em mg/dm²/min. Médias de 3 determinações para cada tratamento e para cada faixa de tempo. Épocas chuvosa e seca.

		M O R A S														
Tratamentos		8	9	10	11	12	13	14	15	16						
T ₁	ch.	10,08	13,19	25,09	19,44	20,53	25,24	15,76	25,25	23,82						
	se.	8,80	7,89	12,40	21,37	11,36	18,27	23,33	16,71	8,97						
T ₂	ch.	8,21	17,32	23,03	17,48	14,63	21,58	12,42	21,24	13,79						
	se.	12,77	9,20	14,13	13,60	20,60	17,30	21,70	12,90	7,03						
T ₃	ch.	8,04	15,05	21,19	17,79	12,31	22,33	9,73	16,61	12,49						
	se.	8,27	8,30	9,47	13,67	15,43	7,43	10,50	9,40	5,30						
T ₄	ch.	14,81	18,38	15,83	11,54	17,52	28,76	16,89	29,58	26,56						
	se.	8,33	6,80	9,63	8,43	5,70	8,20	6,57	7,20	5,07						
T ₅	ch.	11,70	15,37	14,51	11,06	13,48	19,71	17,05	31,86	24,12						
	se.	5,13	5,50	4,97	6,93	5,73	5,10	4,77	5,83	4,80						
T ₆	ch.	9,28	15,82	22,18	9,29	8,47	22,05	12,90	22,85	12,89						
	se.	6,37	7,08	9,10	9,74	6,30	7,20	6,87	6,57	4,35						

QUADRO B - Déficits de saturação das folhas dos tratamentos estudados, expressados em porcentagem do máximo conteúdo de água. Média de 3 determinações para cada da tratamento e para cada faixa de tempo. Épocas chuvosa e seca.

Tratamentos	M O R A S															
	8	9	10	11	12	13	14	15	16							
T ₁	ch. 2,17	3,28	5,17	5,01	7,68	5,56	6,59	5,49	8,00							
	se. 4,00	8,80	7,43	9,77	8,50	8,53	9,43	7,17	7,00							
T ₂	ch. 3,91	2,71	4,72	4,79	6,31	8,12	6,31	10,27	11,69							
	se. 2,57	5,83	8,63	7,57	10,21	10,87	9,03	8,07	7,93							
T ₃	ch. 1,57	2,72	3,42	4,98	7,44	5,73	7,02	3,57	15,20							
	se. 1,93	9,60	3,43	8,23	8,63	10,63	8,83	9,30	7,60							
T ₄	ch. 6,89	4,84	4,24	4,27	4,73	3,80	8,33	7,75	8,90							
	se. 12,93	5,43	13,00	12,80	10,57	11,13	10,20	16,63	12,13							
T ₅	ch. 3,96	4,84	4,41	3,60	5,59	6,70	8,45	8,05	8,00							
	se. 21,30	23,80	21,07	21,73	26,33	24,47	22,93	26,87	11,50							
T ₆	ch. 0,78	1,57	2,37	3,83	5,86	9,54	8,57	11,11	3,48							
	se. 3,27	3,20	2,37	6,48	4,31	6,55	9,05	5,30	6,92							