

TRANSPIRAÇÃO DO CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L. CV. MUNDO NOVO) CULTIVADO AO SOL, NA ESTAÇÃO DAS CHUVAS

HIRAM REYES-ZUMETA

Departamento Agrobiológico, Escuela de Agronomía
Universidad Centro Occidental
Barquisimeto, Venezuela

Tese de mestrado apresentada à Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo,
como requisito parcial do programa pós-graduado de Fitotecnia,
para a obtenção do grau de

Magister Scientiae

(Orientador: Prof. Dr. Paulo Nogueira de Camargo)

Agosto, 1972
Piracicaba, Estado de São Paulo
Brasil

HIRAM REYES-ZUMETA, filho de José Policarpo Reyes Zumeta e Esperanza García de Reyes Zumeta, nascido em Caracas, D.F., Venezuela, aos 25 dias do mês de agosto de 1935 * Iniciou seus estudos superiores, em 1956, na República Argentina, onde simultaneamente foi aluno regular das Faculdades de Agronomia e de Ciências Naturais e Museu da Universidad Nacional de La Plata * Transferindo-se para o Brasil, em 1960, diplomou-se engenheiro-agrônomo em 1961 pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, Estado de São Paulo * De volta ao seu País, em 1962 ingressou na Faculdade de Agronomia da Universidad de Zulia, Maracaibo, Estado Zulia, onde regentou as cátedras de Botânica Geral, Botânica Sistemática e de Ecologia Vegetal * Em 1965, ingressou na Escola de Engenharia Agrônoma da Universidad de Oriente, Jusepín, Estado Monagas, onde também regentou as cátedras de Botânica Geral e Botânica Sistemática, desempenhando ademais cargos de Chefe do Departamento de Botânica e Climatología Agrícola e de Diretor daquela escola universitária * Em 1967, ingressou na Escola de Agronomia da Universidad Centro Occidental, Barquisimeto, Estado Lara, regentando igualmente as cátedras de Botânica Geral e Botânica Sistemática sendo, aliás, o primeiro a ocupar o cargo de Chefe do Departamento Agrobiológico * Afastou-se dessa última posição, em 1969, para aceitar a bolsa de estudos pós-graduados com que foi contemplado pelo Ministério da Educação, através do Reitorado da Universidad Centro Occidental, da Venezuela * É autor de algumas publicações didáticas, artigos em revistas de sua especialidade e co-autor do livro "Absorción de Iones por las Plantas" (Editorial Universitaria, Maracaibo, 1965), que tem sido recomendado como texto em cursos de solos e nutrição mineral de plantas, em Centros Regionais de Pós-Graduação do Instituto Inter-Americano de Ciências Agrícolas da OEA * É sócio fundador da Sociedade Brasileira de Fruticultura (SBF) e contribuinte da Sociedade Botânica do Brasil (SBB) e da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC).

Nesta página desejo prestar homenagem às seguintes personalidades que contribuíram, irreversivelmente, ao progresso cultural, tecnológico e científico da Venezuela:

*J. J. GONZALEZ MATHEUS,
Decano fundador da Faculdade de Agronomia
da Universidade de Zulia,
Maracaibo, Zulia.*

*LUIS MANUEL PEÑALVER,
Reitor fundador da Universidade de Oriente,
Cumaná, Sucre.*

*LORENZO ANTONIO VIVAS,
Diretor-Presidente fundador do Centro Experimental de
Estudos Superiores,
Barquisimeto, Lara.*

*HÉCTOR OCHOA ZULETA,
Diretor fundador da Escola de Agronomia,
Centro Experimental de Estudos Superiores,
Barquisimeto, Lara.*

*ARGIMIRO BRACAMONTE,
Reitor fundador da Universidade Centro Occidental,
Barquisimeto, Lara.*

OFEREÇO:
aos meus tios
Comendador Vicente Bernhard e
Maria Evangelista Bernhard,
pela sua afetuosa
solidariedade.
Aos primos
Ademar e
Ademir

DEDICO:
aos meus pais
e irmãos. À tia Juliamarina,
ã Sueli Fratelli: minha mulher,
e aos meus filhos:
Milia
Flora
Rodrigo
Ramiro

Com prazer, são consignados aqui os meus agradecimentos às seguintes entidades e pessoas,

No Brasil:

* Universidade de São Paulo, Departamento de Botânica, Instituto de Biociências (ex Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras), Cidade Universitária "Armando Salles de Oliveira", São Paulo:

Prof. Dr. Aylthon Brandão Joly, seu apoio irrestrito e grata acolhida foi nexa indispensável para o início e concretização do meu programa pós-graduado.

Prof. Dr. Mário Guimarães Ferri, distinguiu-me com sua atenção, confiança e incentivo, voltando o meu interesse para o fascinante campo da fisiocologia vegetal.

Prof. Dr. Leopoldo Magno Coutinho, com segurança e dedicação iniciou-me nas peculiaridades da metodologia usada.

* Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, "campus" de Piracicaba, SP:

Prof. Dr. Paulo Nogueira de Camargo, sugeriu o assunto e com admirável dedicação deu-me orientação segura em todas as fases do trabalho, compartilhando comigo seu humanismo e presenteando-me amizade no íntimo do seu lar.

Prof. Dr. Roland Vencovsky, Chefe do Setor de Genética Quantitativa do Instituto de Genética, sua atenciosa orientação, cheia de coleguismo, fez menos ardua a tarefa da análise estatística.

Prof. Dr. Eduardo Castanho Ferraz, facilitou o livre uso da instrumentação básica para o pleno desempenho de meu trabalho, ofereceu trato deferente e valiosas sugestões, que fazem jus ao meu reconhecimento.

Prof. Dr. Guido Ranzani, Chefe do Departamento de Solos, e Prof. Dr. Octavio Freire, pelas facilidades oferecidas, sugestões e autorização para a reprodução de material didático de sua autoria.

Prof. Dr. Admar Cervellini, Diretor do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), pelas facilidades oferecidas e livre acesso às balanças de precisão e aparelhos de computação eletrônica.

Prof. Dr. Vivaldo Francisco da Cruz, pelo seu auxílio nos cálculos efetuados na Unidade de Processamento de Dados, Departamento de Matemática e Estatística.

Prof. Dr. Carivaldo Godoy Júnior, pela franquia dos cafeeiros, pertencentes à parcela experimental sob seus cuidados.

Prof. Dr. Oswaldo Pereira Godoy, pelas informações relativas à identificação do cultivar estudado e pelo seu interesse no decorrer da pesquisa.

Prof. Dr. Salim Simão, pela simpatia acolhida e apoio para abreviar as formalidades da minha incorporação ao ciclo pós-graduado de fitotecnia, então sob sua coordenação.

Aos integrantes do Departamento de Química, pela acolhida e facilidades oferecidas.

Os colegas Prof. Dr. André Martin Louis Neptune e Prof. Dr. Otto Jesu Crocomo, cercaram-me com sua fraternal amizade impelindo-me, com o permanente incentivo de seu entusiasmo, a levar a feliz término a tarefa empreendida.

Desejo também externar os meus agradecimentos às seguintes pessoas:

Exma. Sra. D. Dina Bueno Moretti, Bibliotecária-Chefe, e outros funcionários da Biblioteca que, sem exceção, acompanharam com simpatia meu trabalho e facilitaram a consulta bibliográfica.

Sr. Oswaldo Peres, calculista do Departamento de Genética, pelo seu auxílio na organização e manejo dos dados, facilitando os cálculos estatísticos.

Sr. Antônio Ferreira, pelas facilidades oferecidas no uso de instrumentos meteorológicos. Homenagem póstuma.

Sr. Hermínio Hanser, pela sua presteza em me fornecer os dados colhidos no Posto Meteorológico.

Sr. Milton de Oliveira, pelo cuidadoso trabalho de desenho técnico no estêncil.

Sr. Paulo José de Gaspari, pela sua paciente e excepcional dedicação na datilografia do manuscrito.

Sr. Octávio Frassetto, pelos seus cuidados na impressão e reprodução dos originais.

Na Venezuela:

Ao Governo Nacional, através do Ministério da Educação, pela bolsa de estudos com que fui contemplado.

Às autoridades acadêmicas da Universidad Centro Occidental, de Barquisimeto, Estado de Lara:

Dr. Argimiro Bracamonte, Reitor

Dr. Francisco Cañizales Verde, Vice-Reitor

Dr. Humberto Campins, ex Vice-Reitor

Engº Agrº Héctor Ochoa Zuleta, Diretor da Escola de Agronomia.

C O N T E Ú D O

| | |
|---|------------|
| <i>Biografia</i> | <i>ii</i> |
| <i>Homenagem</i> | <i>iii</i> |
| <i>Dedicatória</i> | <i>iv</i> |
| <i>Agradecimentos</i> | <i>v</i> |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO DA LITERATURA | 4 |
| 3. AMBIENTE | 15 |
| 3.1. Solo | 15 |
| 3.2. Clima | 17 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS | 29 |
| 4.1. Material | 29 |
| 4.2. Localização | 30 |
| 4.3. Métodos | 31 |
| 4.3.1. Umidade do solo | 31 |
| 4.3.2. Fatores microclimáticos | 32 |
| 4.3.2.1. Temperatura e umidade relativa do ar | 32 |
| 4.3.2.2. Velocidade e direção do vento | 32 |
| 4.3.2.3. Evaporação e pressão do vapor | 34 |
| 4.3.2.4. Luminosidade | 35 |
| 4.3.3. Área foliar | 35 |
| 4.3.4. Fatores fisiológicos | 39 |
| 4.3.4.1. Andamento diário da transpiração total | 39 |
| 4.3.4.2. Transpiração cuticular | 41 |
| 4.3.4.3. Transpiração relativa | 42 |
| 4.3.4.4. Déficit de saturação das folhas | 42 |
| 4.3.4.5. Movimento hidroativo dos estômatos | 44 |
| 4.3.5. Análise estatística | 45 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 5. | RESULTADOS EXPERIMENTAIS | 49 |
| 5.1. | Fatores ambientais | 49 |
| 5.1.1. | Andamento diário dos fatores microclimáticos | 49 |
| 5.1.1.1. | Temperatura à sombra | 49 |
| 5.1.1.2. | Umidade relativa do ar | 50 |
| 5.1.1.3. | Evaporação | 50 |
| 5.1.1.4. | Luminosidade | 51 |
| 5.1.1.5. | Velocidade e direção do vento | 51 |
| 5.1.1.6. | Pressão do vapor | 52 |
| 5.1.2. | Andamento diário da umidade do solo | 52 |
| 5.2. | Fatores fisiológicos | 61 |
| 5.2.1. | Transpiração em dezembro. Experiência n.º 1 | 61 |
| 5.2.2. | Transpiração em janeiro. Experiência n.º 2 | 67 |
| 5.2.3. | Transpiração em janeiro. Experiência n.º 3 | 71 |
| 5.2.4. | Transpiração em fevereiro. Experiência n.º 4 | 76 |
| 5.2.5. | Transpiração em março. Experiência n.º 5 | 81 |
| 5.2.6. | Transpiração em março. Experiência n.º 6 | 86 |
| 5.2.7. | Transpiração em abril. Experiência n.º 7 | 91 |
| 5.2.8. | Déficit de saturação das folhas | 96 |
| 5.2.9. | Área e peso seco das folhas | 96 |
| 5.2.10. | Movimento hidroativo dos estômatos | 98 |
| 5.3. | Análise estatística | 101 |
| 5.3.1. | Área foliar | 101 |
| 5.3.2. | Peso seco | 104 |
| 5.3.3. | Transpiração total | 108 |
| 5.3.4. | Déficit de saturação das folhas | 117 |
| 6. | DISCUSSÃO E CONCLUSÕES | 122 |
| 6.1. | Considerações metodológicas | 122 |
| 6.2. | Fatores ambientais | 125 |
| 6.2.1. | Temperatura | 126 |
| 6.2.2. | Umidade relativa do ar | 127 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 6.2.3. | Pressão do vapor | 128 |
| 6.2.4. | Evaporação | 128 |
| 6.2.5. | Luminosidade | 129 |
| 6.2.6. | Vento | 131 |
| 6.2.7. | Umidade do solo | 131 |
| 6.3. | Análise estatística | 135 |
| 6.3.1. | Área foliar | 135 |
| 6.3.2. | Peso seco | 136 |
| 6.3.3. | Transpiração total | 138 |
| 6.3.4. | Déficit de saturação | 141 |
| 6.4. | Fatores fisiológicos | 143 |
| 6.4.1. | Andamento diário da transpiração | 144 |
| 6.4.2. | Déficit de saturação das folhas | 151 |
| 6.4.3. | Movimento hidroativo dos estômatos | 154 |
| 7. | RESUMO | 159 |
| 8. | SUMMARY | 163 |
| 9. | LITERATURA CITADA | 166 |
| 10. | APÊNDICE | 179 |

1 - INTRODUÇÃO

O movimento da água e as transformações hídricas são uma constante natural. Nessa constante, é enorme a importância do conhecimento da quantidade de água que, transformada em vapor através de processos naturais diversos, retorna à atmosfera terrestre em uma das fases principais do ciclo hidrológico.

Quando evaporada livremente por uma superfície qualquer, a perda ou restituição de água para a atmosfera apenas obedece as leis físicas. Entretanto, as perdas que envolvem processos biológicos, têm a sua grandeza afetada por caracteres estruturais ou mecanismos de controle que limitam as leis físicas da evaporação livre.

Reserva-se o termo transpiração para as perdas de água ocorridas através das folhas. A perda total de água devida à evaporação da superfície livre do solo, da cobertura vegetal toda, mais a transpiração pela folhagem, constitui a evapotranspiração.

O desenvolvimento e crescimento dos vegetais depende, primeiro da sua constituição genética e, segundo, do ambiente (WELLENSIEK, 1967). A eficiência transpiratória, influenciando marcadamente na fenologia da planta representa, em termos de produção vegetal, o acúmulo de compostos de carbono produzidos com um determinado consumo de água.

A eficiência transpiratória varia conforme as espécies e as condições ambientais. A quantidade de água requerida por uma planta para produzir um quilograma de matéria seca, pode ser muitas vezes maior ou menor do que a requerida por outra, mas o consumo de água necessário para a absorção adequada de nutrientes excede em centenas de vezes a unidade de peso armazenada.

Eis a razão por que a transpiração é chamada "evaporação produtiva" em contraste com a evaporação livre do solo, por sua vez chamada de "evaporação não produtiva" (cf. REICHARDT, 1968).

O ambiente sensu lato inclui os fatores climáticos e edáficos que, com os fatores intrínsecos dos vegetais, são conhecidos como interações solo - água - planta.

A intensidade da transpiração está relacionada com os fatores do ambiente. De conformidade com GRILLO (1971), "el consumo de agua por las plantas (transpiración - evapotranspiración) es un processo primordialmente controlado por la energía solar pero modificado por la planta, el suelo y factores atmosféricos que rigen la absorción y distribución de energía en las superficies de evaporación (hojas, superficie del suelo adyacente) y por el flujo de agua y vapor de agua hacia y desde estas superficies, respectivamente."

A água disponível para as plantas encontra-se armazenada no solo. Daí o interesse do estudo de sua perda por transpiração ou por evapotranspiração através da cobertura vegetal.

Um outro fator externo que afeta sensivelmente a transpiração é a resistência oferecida pelas camadas de ar próximas à planta. O incremento do teor de umidade relativa do ar, quando os outros fatores climáticos não variam, determina uma redução da taxa de evaporação, devida à diminuição do gradiente de pressão do vapor entre a atmosfera e as superfícies úmidas.

Pela importância que tem na fisiologia da planta, e por constituir a base de algumas práticas agrônômicas, a transpiração do cafeeiro tem merecido a atenção de alguns pesquisadores. Nesse contexto, VAN DE STEENE (1965) salienta a importância das pesquisas sobre o café, quando afirma que a prosperidade e o vigor da cafeicultura dependem em grande parte dos trabalhos de investigação que os técnicos empreendem, e dos meios utilizados para garantir a difusão dos resultados obtidos nos laboratórios e campos experimentais.

Há, pois, grande interesse em tais pesquisas, mormente ao se considerar que, no mercado internacional, o valor das exportações de café

é somente superado pelo da exportação do petróleo, representando 40% ou mais dos ingressos de divisas estrangeiras para seis países da América Latina, dos quais o Brasil é o maior produtor mundial.

As considerações anteriores, após verificar a falta de investigações sobre o comportamento transpiratório do cafeeiro, em condições de cultura, sugeriram a necessidade de iniciar, com este trabalho, uma série de pesquisas que possibilitem um melhor conhecimento das suas exigências hídricas. Aliás, a informação mais acurada possível da eficiência transpiratória, por sua correlação com a absorção passiva de íons, poderá contribuir também para a melhor compreensão de importantes aspectos da nutrição mineral do cafeeiro.

Esta pesquisa teve como objetivos imediatos: (a) observar a influência dos fatores ambientais sobre a transpiração do cafeeiro, em condições de cultura; (b) estudar o comportamento transpiratório do cafeeiro, cultivado ao solo, durante uma estação de chuvas. Objetivos que foram inspirados e visualizados nas expressões de DAUBENMIRE (1947): "Therefore, since transpiration efficiency is so strongly influenced by environmental factors, an absolute value for a species or variety can be expressed only as an average of numerous trials under widely different conditions. The results of one season's observations, however, are significant when different species grown under the same environmental conditions are compared."

2 - REVISÃO DA LITERATURA

As experiências de ARNDT (1929 a), para determinar o efeito da luz e da gravidade na conformação do cafeeiro, mostraram o caráter heliotrópico de suas folhas.

Outras experiências do mesmo autor (ARNDT, 1929b), com soluções de eosina, demonstraram também a falta de coloração das folhas à noite, e a redução da taxa de translocação do corante até as folhas do cafeeiro, evidenciando a importância da transpiração no movimento ascendente da seiva.

ARNDT (1929c), relatando suas experiências sobre o movimento da seiva no cafeeiro, indica que durante o dia, quando as folhas estavam transpirando ativamente, as soluções de eosina moviam-se mais rapidamente para cima que para baixo. No fim da tarde, à noite e de manhã cedo, o movimento para baixo não era reduzido grandemente, mas o movimento para cima, todavia, era tão reduzido que o anterior excedia a este.

Essa rapidez de translocação pela eficiência transpiratória e, no caso de Coffea arabica, provavelmente afetada pelo fechamento estomático observado em horas do meio dia. Fenômeno registrado por NUTMAN (1937), e que ele explicou como sendo causado por uma fotorreação dos estômatos à elevada intensidade luminosa, nesse período do dia.

Com auxílio de um porômetro, FRANCO (1938) estudou a reação dos estômatos ao estímulo da luz, em plantas de C. arabica var. typica em condições normais de ambiente, verificando que se abriam de manhã até as 10 horas, passando a se fechar depois desse horário até as 13:30 horas, quando iniciavam nova abertura de seus ostíolos.

Grande parte do referido trabalho de FRANCO confirma, para as condições do Estado de São Paulo, os resultados antes obtidos por NUTMAN (loc. cit.) na África meridional.

As primeiras informações sobre a transpiração do cafeeiro, em curtos intervalos de tempo e sob condições naturais de ambiente, são também devidas a NUTMAN (1941).

Valendo-se de uma balança automática ("automatic chain balance" ou "chainomatic balance") e de aparelhos registradores, comparou NUTMAN (loc. cit., pág. 72) a marcha diária da transpiração de cafeeiros adultos, (a) em local completamente exposto e sem sombra; (b) dentro de plantação de café, com espaçamento de 9 x 9 pés, também sem sombra. Os resultados, apresentados junto a curvas de temperatura e déficit de saturação do ar, velocidade do vento e radiação solar, salientaram a importância deste último fator meteorológico, como o de maior influência, no estudo do fenômeno em foco.

Em reforço das observações de NUTMAN, uma correlação igualmente positiva, entre a radiação solar e a transpiração, foi encontrada por GLOVER (1941), testando um aparelho de medição contínua do vapor de água transpirado por folhas de Zea mays e C. arabica, em condições de campo.

No Brasil, foi RAWITSCHER (1942) o primeiro a utilizar folhas de café em estudos de transpiração. Os dados publicados, porém, referem-se apenas à uma observação isolada da transpiração cuticular de folhas novas, formadas na mesma primavera (novembro de 1941) em que foram estudadas.

Experiências de RAWITSCHER e FERRI (1942), procurando conhecer a ordem de grandeza da evaporação através da cutícula vaselinada de folhas de café, com diferentes idades fisiológicas e em diversos estados de saturação, mostraram que "em geral os valores nas folhas novas são maiores que nas adultas" (loc. cit., pág. 126). Esses autores atribuíram o fato observado à diferença na espessura da cutícula, das folhas muito novas em relação às adultas, facilitando em maior ou menor grau a passagem d'água da folha para a vaselina, respectivamente.

FRANCO (1948), indicou as escassas possibilidades do sombreamento de cafezais no Estado de São Paulo, baseado em dados experimentais referentes ao sistema radicular do cafeeiro e em determinações d'água inativa ("wilting point") de alguns tipos de solos do Estado, que mostraram a séria concorrência em água entre cafeeiros e árvores de sombra.

FRANCO (1947), apresentou também alguns dados preliminares sobre o efeito da intensidade luminosa na transpiração e no desenvolvimento do cafeeiro (*C. arabica* var. *maragogipe*) que mostram, claramente, uma relação direta entre a transpiração por unidade de superfície e o incremento da intensidade luminosa. A área foliar, entretanto, variou marcadamente mas em uma relação inversa.

Em um estudo das causas do movimento estomático, ALVIM (1949) comparando o mecanismo enzimático ou "starch-sugar mechanism" e o mecanismo de embebição coloidal, obteve os seguintes resultados: a abertura estomática, seja induzida pela luz, pela temperatura elevada (40 °C) ou pela aplicação de solução tampão, está sempre associada com uma diminuição da quantidade de amido nas células-guarda.

Trabalhando com plantas em vasos e em condições controladas, FRANCO e INFORZATO (1950) determinaram a quantidade de água transpirada, mensalmente, pelo cafeeiro (*C. arabica* var. *bourbon*) cultivado ao sol. Os dados, expressos de diferentes maneiras, foram relacionados com as normais pluviométricas nos diversos meses do ano que durou a experiência. Considerando o espaçamento de 3,5 x 3,5 metros, obtiveram um consumo anual de 7273 litros por planta e 5935 m³/ha. A transpiração máxima diária encontrada, no decorrer desse trabalho, no dia de mais intensa transpiração, foi de 17,6 mg/dm²/min.

A cultura do cafeeiro à plena exposição solar ou sob árvores de sombra, envolve um comportamento fisiológico diferente da planta. O estudo do equilíbrio fisiológico dos estômatos com a luz ambiente, investigado por

FRANCO (loc.cit., pág. 296) na var. typica, revelou que a fotorreação dos estômatos se processa em menos de 5 minutos e que a pressão osmótica das células-guarda, medida plasmoliticamente, é mais elevada quando eles estão abertos do que quando estão fechados.

FRANCO (1951), em uma tentativa para explicar o insucesso do sombreamento nos cafezais paulistas, seguiu para a América Central, onde realizou estudos sobre a água do solo, principalmente fazendo determinações da percentagem de umidade, "wilting point" e "moisture equivalent", para o cálculo de água disponível em solos de Costa Rica e El Salvador. A análise climatológica comparativa mostrou que as condições favoráveis ao sombreamento, nessa região, não eram devidas a fatores climáticos, concluindo então que "após quatro meses de seca, a umidade do solo dos cafezais estudados na América Central estava bem acima do 'wilting point', indicando haver ainda bastante água disponível à absorção das plantas, ao contrário, portanto, do que tem sido observado no Estado de São Paulo."

A conclusão anterior foi reforçada pelos resultados de FRANCO e INFORZATO (1951), que indicam para o ingazeiro (Inga edulis), uma leguminosa mimosoidea geralmente recomendada como árvore de sombra em cafezais do Estado, um consumo anual de 71 140 litros por planta e uma razão diária de transpiração de 36,7 mg/dm²/min, valores bem superiores, em confronto com os obtidos para o cafeeiro com a mesma metodologia (cf. FRANCO e INFORZATO, loc. cit., pág. 253).

ALVIM (1953), comentando a conclusão de NUTMAN de que o café deve ser cultivado à sombra, lembra que o fechamento parcial dos estômatos, devido à elevada intensidade luminosa, é fenômeno comum a outras espécies chamadas "de sol" como o fumo (Nicotiana tabacum) e o tomateiro (Lycopersicum esculentum). E acrescenta, "las hojas del cafeto que reciben sol directo son solamente las de la periferia de la planta. Las hojas del interior del arbusto, que son la mayoría, no cierran los estomas durante el día, y posiblemente se

benefician durante las horas de sol más intenso, por aumentar su intensidad fotosintética."

Um estudo sobre a influência da intensidade luminosa na abertura estomática do cafeeiro, realizado em Turrialba por ALVIM e HAVIS (1954), confirmou as observações de NUTMAN. Os resultados mostraram que as folhas, diretamente expostas ao sol, diminuíam a abertura dos estômatos durante os períodos de forte iluminação, no meio dia, quando eram registrados valores acima de 8000 ft - c. Fechamento parcial que interpretaram como resultado provável da transpiração excessiva sobre a absorção de água do solo.

Essa sensibilidade do movimento estomático, tanto para as variações de intensidade luminosa como para as diferenças na umidade do solo, tem sugerido a alguns autores (e.g. ALVIM, 1956) a possibilidade de diagnosticar as necessidades de irrigação das plantas cultivadas, através da medida da abertura dos estômatos, mediante o uso de soluções infiltrantes aplicadas sobre as folhas.

O fechamento dos estômatos, em horas do meio dia, é acompanhado de uma queda na razão de assimilação aparente. Entretanto, do ponto de vista do controle da abertura estomática pela variação da concentração de CO_2 , nos espaços intercelulares do mesófilo, uma dúvida de causa e efeito foi levantada por HEATH e ORCHARD (1957). Esses autores realizaram um interessante estudo comparativo, sobre o efeito da temperatura elevada e a Γ (ppm de CO_2), em Allium cepa, Coffea arabica e Pelargonium zonale, o qual sugere que o efeito temperatura elevada age via conteúdo interno de CO_2 . Os dados mostraram que para A. cepa e C. arabica o $\log_e \Gamma$ incrementou-se de modo similar, gradualmente, até os 30 °C, sendo então os valores bruscamente elevados, a partir desse ponto, Γ aumentando de cerca 120 ppm a 30 °C para ca. 250 ppm a 35 °C. Resultados que são um forte suporte da hipótese de que o fenômeno de fechamento estomático do meio dia é um efeito da temperatura elevada, operan-

do através do conteúdo de CO₂ nos espaços intercelulares (cf. HEATH e ORCHARD, loc. cit., pág. 181).

MAESTRI e VIEIRA (1958), usando o método de infiltração aperfeiçoado por ALVIM e HAVIS (loc. cit.), estudaram o movimento dos estômatos de C. arabica var. bourbon, em condições naturais, em cafézal sombreado e ao sol, durante a época seca e chuvosa. Durante esta última estação, eles observaram que "os estômatos se apresentavam completamente abertos o dia todo em dias encobertos. Em dias insolados, os estômatos foram gradualmente fechando-se a partir de 10 horas, atingindo aberturas relativamente baixas pela tarde." Chegando à conclusão de que em geral os dados obtidos sugeriam um efeito dominante do balanço de água das folhas sobre o movimento estomático do cafeeiro.

A influência do conteúdo de umidade do solo, na transpiração de raças diferentes de C. arabica, foi investigada em São Tomé por SILVA, BAPTISTA e NUNES (1960). Os valores de transpiração, determinados pelo método dos papéis de cloreto de cobalto, foram inversamente proporcionais à turgidez relativa das folhas.

Como as condições de umidade do solo eram uniformes, bastante próximas do equivalente de umidade, não dificultando portanto a transpiração, as diferenças verificadas foram interpretadas pelos três autores acima citados, como devidas à variação entre indivíduos ou à diferenças inter-raciais, sendo neste último caso reveladoras da sua resistência à seca.

A influência da umidade do solo, sobre a economia da água e o desenvolvimento de dois cultivares de C. canephora, foi estudada também por LEMÉE e BOYER (1960), na Costa do Marfim.

No estudo do balanço hídrico in situ dos cultivares 'Kouilou de Toubá' e 'Robusta INEAC', considerados respectivamente o mais resistente e o mais sensível à seca, as determinações da transpiração e do déficit hídrico foram feitas através de métodos semelhantes aos descritos no presente trabalho.

A taxa de transpiração, avaliada por pesagens rápidas em balança de torção, com intervalos de três minutos entre duas pesagens sucessivas, não revelou variações repentinas nos cafeeiros estudados.

As curvas de andamento diário da transpiração, apresentadas por LEMÉE e BOYER (loc. cit., pág. 57), demonstram um comportamento diferente de ambos os cultivares, mas nos dois casos ocorreu o fechamento estomático do meio dia, embora em horários distintos. Não obstante o abaixamento da sua transpiração, 'Robusta INEAG' não chega a manter o equilíbrio do seu balanço hídrico, pois, suas folhas superiores, ainda em desenvolvimento, ultrapassam 20% de déficit no meio dia e as inferiores, as mais velhas, 30%. As folhas de 'Kouilou de Touba', ao contrário, mantinham todas um déficit inferior a 10% ; comportamento que explica a sua maior resistência à seca.

ZELITCH (1961), apresentou evidências de que induzindo o fechamento estomático de folhas intactas, era possível reduzir a perda de água por transpiração, em elevadas intensidades de luz, sem diminuição sensível da assimilação fotossintética do CO_2 . Em algumas de suas experiências, pela aplicação de compostos α -hidroxisulfonados, conseguiu diminuir até 80% da perda de água em folhas de fumo (Nicotiana tabacum). Resultados esses que oferecem uma nova possibilidade de conservação d'água da planta, através do controle bioquímico do movimento estomático das folhas.

Na Colômbia, nas condições de Chinchiná, HUERTA (1962) estudou a transpiração de C. arabica var. bourbon. Os cafeeiros, de três anos de idade, foram transplantados para recipientes parecidos com os comumente usados nas medidas de evapotranspiração potencial, e confrontada sua transpiração em ambiente sombreado com Inga edulis e à exposição solar plena. Os valores médios de intensidade transpiratória, obtidos no período experimental, foram de 428 $mg/dm^2/h$, ao sol e 162 $mg/dm^2/h$, à sombra, e os registros em intervalos de um a vários dias. Para as determinações aplicaram-se regas periódicas até

saturação. A análise de correlação, entre os fatores meteorológicos (temperatura, umidade relativa e radiação solar) e à intensidade da transpiração nas duas condições experimentais (ao sol e à sombra), alcançou os níveis de significação estatística.

O comportamento do cafeeiro em condições semi-áridas foi estudado por GINDEL (1962), em Israel. Esse estudo, orientador do conhecimento das possibilidades adaptativas de C. arabica e da transpiração do café sem sombra, mostra as diferenças na taxa transpiratória, especialmente entre as folhas dos ramos primários e dos terciários e até no mesmo ramo, conforme a época em que se desenvolveram os pares de folhas. As maiores variações foram encontradas em folhas provenientes dos ramos primários, de crescimento indefinido durante dois anos. Diferenças segundo a exposição da folha também foram achadas, sendo maiores entre as das faces norte e sul. Uma diminuição dos valores de transpiração, entre as 11 e 12 horas conforme o mês, foi encontrada na face norte da planta.

BOYER (1965), em uma análise das características fisiocológicas e do comportamento dos cultivares antes estudados por LEMÉE e BOYER (loc. cit.), investigou as relações hídricas do cafeeiro em relação aos problemas especiais de sua resistência e adaptação às condições de seca, que explicam a sua distribuição conforme as zonas climáticas da Costa do Marfim.

Em Kênia, WORMER (1965) também estudou as relações hídricas do cafeeiro, através da medida da turgência relativa e abertura estomática, encontrando uma relação inversa entre o déficit de umidade do solo e o grau de infiltração das folhas, e uma correlação linear entre a abertura estomática e a temperatura, déficit de pressão do vapor e radiação solar.

Por outra parte, a absorção iônica e o transporte dos íons dentro da planta, são fenômenos relacionados com a eficiência transpiratória. As teorias que tentam explicar essas relações tem sido discutidas por CROCOMO, NEPTU

NE e REYES-ZUMETA (1965), concluindo que o movimento passivo dos íons, após o processo ativo de sua absorção, pode ser acompanhado pela intensidade transpiratória, muito embora a relação existente, entre a absorção e a transpiração, possa variar enormemente e depender do estado nutricional da planta.

Essas relações tornam-se especialmente interessantes ao considerar que ambos processos, absorção e transpiração, ocorrem concomitantemente a través da estrutura da folha. Com efeito, estudos realizados com fragmentos de epidermes foliares, revelaram que a natureza dos íons, presentes no meio, podia exercer influência considerável no funcionamento dos estômatos (MEIDNER e MANSFIELD, 1968).

Tais evidências, tem sugerido a interpretação de que o movimento estomático seja um fenômeno metabólico, dependente da acumulação de solutos nas células-guarda.

Determinações recentes demonstraram, claramente, um aumento de íons de potássio nas células-guarda, quando os estômatos estavam abertos, e uma diminuição quando estavam fechados; íons que, provavelmente, seriam fornecidos pelas células epidérmicas adjacentes, as quais ocupam 90% do volume da epiderme foliar (SAWHNEY e ZELITCH, 1969).

A abertura estomática reflete o status hídrico da planta. As experiências de RASCHKE e KÜHL (1969), levaram à conclusão de que as células-guarda estão estreitamente associadas ao sistema de suprimento hídrico da folha, e indiretamente às condições atmosféricas.

As condições ambientais parecem agir apenas como um estímulo inicial de outras reações internas, que regulam o movimento estomático e a transpiração. Não todas as espécies tem reações estomáticas semelhantes. Estudando o efeito da temperatura, HOFSTRA e HESKETH (1969) mediram, em dias bem luminosos, com amplitude térmica de 15 a 36 °C, a abertura estomática de alguns cultivares de milho (Zea mays), girassol (Helianthus annuus), soja (Gly-

cine max), ervilha (Pisum sativum), trigo (Triticum aestivum), feijão (Phaseolus vulgaris), fava (Vicia faba), algodão (Gossypium hirsutum) e eucalipto (Eucalyptus regnans), e observaram que em todos os casos os estômatos permaneciam abertos ao meio dia em qualquer temperatura.

As experiências de JARVIS e SIATYER (1970), com folhas de algodoeiro (G. hirsutum cv. Pope), demonstram que as paredes das células do mesofilo podem exercer alguma influência na taxa transpiratória, e sugerem a existência de outros mecanismos, não estomáticos, de controle da transpiração.

O movimento estomático, em relação ao fluxo do potássio nas células-guarda, parece ser devido a um mecanismo dependente da luz, altamente específico para K^+ . Na luz há pouco ou nenhum estímulo para a entrada do Na^+ na célula mas a do K^+ é incrementada marcadamente. Em contraste com essas diferenças observadas à luz, entraram quantidades semelhantes de ambos os íons, quando no escuro (HUMBLE e HSIAO, 1970).

O grau de abertura dos estômatos parece depender também do potencial de água no ar ambiental, e das condições de umidade do ar existente nos espaços subepidérmicos. Estudos de LANGE et al. (1971) mostraram que os estômatos reagem às variações na umidade do ar ambiente, sendo muito provável que a transpiração peristomática tenha um papel decisivo nesse processo.

É cada vez mais considerável a evidência, recentemente acumulada, indicando que os íons de potássio são requeridos para a abertura estomática, na luz.

A correlação entre a ação estomática e o movimento do potássio na epiderme foliar de Zea mays foi examinada por PALLAGHY (1971), em fragmentos isolados de epiderme flutuando em água destilada, mostrando a importante ação desse cátion. O acúmulo de K^+ nas células-guarda, durante a abertura dos estômatos, e seu fluxo destas para as células subsidiárias durante o rápido fechamento estomático, indicaram a implicação direta do potássio no mecanismo esto-

mático. Resultados esses que ele aproveitou em uma tentativa para explicar o efeito do dióxido de carbono na redução da abertura estomática: "CO₂ appears to act by either inhibiting K⁺ transport into guard cells or stimulating K⁺ efflux from the guard cells" (loc. cit., pág. 294).

Técnicas mais requintadas usadas por RASCHKE e FELLOWS (1971), permitiram salientar o importante papel desempenhado pelas células subsidiárias, no mecanismo de fluxo iônico que parece regular o movimento estomático.

A concentração muito elevada de K⁺ nas células-guarda, quando os estômatos estavam abertos, foi igualmente documentada pelas determinações de HUMBLE e RASCHKE (1971), obtidas com o emprego de um microanalisador de prova eletrônica.

Novas evidências foram trazidas pelos testes recentes com fusiococcina, uma fitotoxina produzida por Fusicoccum amygdali, que introduzida no xilema ou rociada sobre as folhas incrementa a taxa de perda de água e a abertura estomática. Nesse sentido, os resultados de TURNER (1972) mostram claramente que a abertura dos estômatos, por ação da toxina, é acompanhada pela afluência de potássio nas células guarda e, ainda mais, a acumulação do íon não é restrita à abertura estomática na luz, mas também ocorre no escuro. Esses resultados sugerem fortemente que o controle bioquímico e hormonal da abertura estomática pode ser realizado por fluxos de potássio (loc. cit., pág. 342).

O assunto não está esgotado. O mecanismo de abertura estomática e a subsequente perda de água, por transpiração, continuarão a ser fonte de variados estudos, segundo a expressão de HUMBLE e HSIAO (loc. cit., pág. 487): "How K⁺ moves out of guard cells during closing is an intriguing aspect that requires further investigations."

3 - AMBIENTE

O município de Piracicaba, localizado no Estado de São Paulo, a cha-se compreendido entre 22° e 23° de latitude sul e 47° e 49° W Greenwich.

Hidrograficamente pertence à primeira zona hidrográfica do Estado, que compreende o vale do Rio Tietê, da nascente à sua junção com o Rio Piracicaba. Segundo RANZANI, FREIRE e KINJO (1966), 72% do município pertencem à bacia do Rio Piracicaba e os 28% restantes à do Rio Tietê.

Quanto à altitude, a distribuição altitudinal das terras da bacia do Rio Piracicaba e as do município, está indicada na Tabela 1, organizada de conformidade com RANZANI et al. (loc. cit., pág. 4).

TABELA 1 - Distribuição altitudinal das terras do rio e município de Piracicaba, SP.

| Cotas | Bacia do Rio Piracicaba | | Município de Piracicaba | |
|-----------|-------------------------|----|-------------------------|----|
| | km ² | % | km ² | % |
| 400 - 500 | 283 | 20 | 424 | 30 |
| 500 - 600 | 637 | 45 | 850 | 60 |
| 600 - 700 | 99 | 7 | 142 | 10 |

3.1 - SOLO

Os materiais de origem dos solos do município de Piracicaba, incluem, além dos depósitos quaternários, as séries geológicas São Bento, Passa Dois e Tubarão.

Conjectura-se que no município de Piracicaba tenha ocorrido uma floresta do tipo latifoliada tropical, mas por serem suas terras intensamente modificadas pela atividade humana, os solos apresentam-se praticamente desprovidos de cobertura vegetal original.

Ao nível de grandes grupos, a área do município de Piracicaba, apresenta a seguinte distribuição de solos: 29,4 % podzólico; 26,8% litossol; 22,5% latossol e 14,1% alúvio (RANZANI et alii, loc. cit., pág. 30).

O tipo de solo do local do presente trabalho corresponde à Série Luiz de Queiroz, uma das 22 séries propostas para a caracterização edáfica do município, dentro da classificação de grandes grupos de solos.

Os perfis latossólicos da Série Luiz de Queiroz, cuja profundidade efetiva foi classificada por RANZANI (1965) de "moderadamente profunda" (150 - 200 cm), ocupam 6,1% da área do município de Piracicaba, ocorrem na meia encosta e no topo de elevações extensas no sentido NW e são, em geral, intensamente cultivados com cana-de-açúcar ou lavouras anuais diversas.

O perfil típico da Série Luiz de Queiroz barro-argiloso, cultivado é (RANZANI et al., 1966, pág. 46) :

- Ap 0 - 35 cm; pardo avermelhado (2,5YR 4/4; 3/4 úmido); barro-argiloso; granular, média a grossa, moderada a forte; duro, friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; raízes finas, abundante; cascalhos (1 cm) angulosos, raro; pH 6,0; limite ondulado, claro.
- B₂₁ 35 - 55 cm; vermelho escuro (2,5YR 3/6); argila; blocos subangulares, médio a grande, moderado; macro estrutura prismática; fendilhamentos de 1 a 1,5 cm espaçados cada 25 - 35 cm; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico, pegajoso; raízes finas abundantes; macroporos (1 - 2 mm) abundantes; pH 6,0; limite suave, gradual.
- B₂₂ 55 - 110 cm; vermelho fraco (10R 4/4; 3/4 úmido); argila; blocos subangulares, médio e grande, forte; muito duro, firme, plástico, muito pegajoso; raízes finas, pouco; fendilhamentos menos frequentes que o anterior, mais espaçados e mais estreitos; cascalhos raros; pH 6,4; limite suave, difuso.

B₃/C 110 - 175 cm; vermelho escuro (10R 3/6); argila; blocos subangulares, médio a grande, fraco a moderado; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; macroporos, raros; pH 6,5; limite suave, difuso.

C 175 - 300 + cm; vermelho escuro (10R 3/6); barro-argiloso; maciço; macio, solto, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; pH 6,2; presença de "ovos" cerosos, provavelmente herdados do material de origem e não suficientemente intemperizados.

3.2 - CLIMA

A classificação do clima do município de Piracicaba, pelo sistema internacional de Koeppen (cf. SETZER, 1966, Mapa 15, pág. 37), é do tipo Cwa, isto é, temperado úmido, com mais de 1000 mm de chuva por ano e total de chuvas do mês mais seco inferior a 30 mm; com estação seca (abril a setembro) no inverno, a temperatura média do mês mais frio (julho) inferior a 18^oC e temperatura média do mês mais quente (normalmente janeiro) acima de 22^oC. Pode-se dizer que o clima do município está caracterizado pelo verão quente e inverno seco, podendo então ser denominado clima subtropical úmido.

Pela efetividade da precipitação (SETZER, 1966, loc. cit., Mapa 16, pág. 39) o clima do município de Piracicaba corresponde ao tipo Ccw, isto é, clima úmido, com índice anual de efetividade da precipitação 250-353, de temperatura média anual de 18^o a 22^oC, com aspecto térmico subtropical e estiagem no inverno, ou seja, no semestre seco a evaporação é maior do que a precipitação.

As alturas pluviométricas, representadas na carta mensal das chuvas do Estado de São Paulo (BLANCO e GODOY, 1967), relativas a um período de 26 anos de observações (1940/65), indicam que na região de Piracicaba o mês mais chuvoso (janeiro) apresenta uma altura dez vezes superior à do mês mais seco (julho), como pode ser verificado nos dados que seguem.

| Meses | Pluviosidade (mm) |
|-----------|-------------------|
| Janeiro | 200 |
| Fevereiro | 175 |
| Março | 125 |
| Abril | 40 |
| Maiο | 20 |
| Junho | 40 |
| Julho | 20 |
| Agosto | 30 |
| Setembro | 40 |
| Outubro | 100 |
| Novembro | 125 |
| Dezembro | 175 |

O balanço hídrico apresentado na Figura 1, calculado por RANZANI et al. (1966) segundo THORNTHWAITE (1948), mostra a distribuição anual da pluviosidade e a época de déficit de água no solo, na região de Piracicaba.

Os dados meteorológicos mensais de insolação, temperatura média, precipitação e evaporação, relativo ao período de observações abrangido neste trabalho (dezembro de 1970/ abril de 1971), são apresentados na Tabela 7.

As condições meteorológicas diárias, para o mesmo período de observações, podem ser verificadas nas Tabelas 2 a 6.

As condições microclimáticas que prevaleceram de junho de 1970 a julho de 1971, período no qual se acha compreendida a duração desta pesquisa, são apresentadas no climadiagrama da Figura 2, elaborado à maneira do "Klimadiagramm" de WALTER e LIETH (1964).

Diagramas semelhantes foram apresentados antes, na caracterização plúvio-térmica das regiões de Itanhaém (LAMBERTI, 1969) e Pirassununga (GRISI, 1971), do litoral e planalto do Estado de São Paulo, respectivamente.

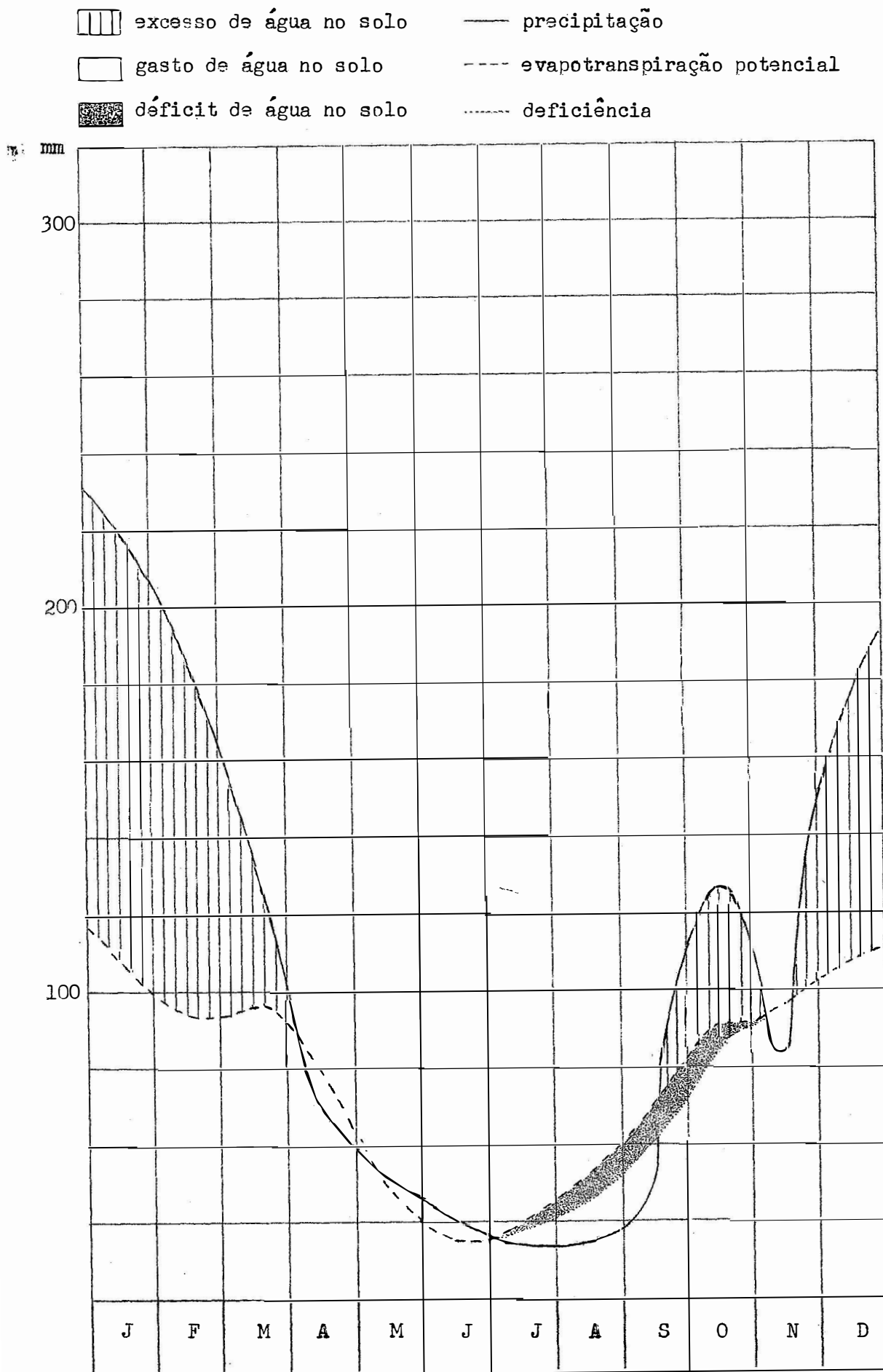


FIGURA 1 - Balanço hídrico da região de Piracicaba, calculado segundo THORNTON, 1948 (cf. RANZANI, FREIRE e KINJO, 1966).

TABELA 2 - Observações meteorológicas diárias do mês de dezembro de 1970.
Posto Meteorológico da E. S. A. "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP.

| Dias | Inso- lação (horas) | Temperatura (°C) | | | Umidade rela- tiva (%) | Vento | | Precipitação | | Evapo- ração (cm ³) |
|-------|---------------------------|------------------|-------------|---------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| | | Máxi- ma | Míni- ma | À Som- bra | | Direção (às 14 horas) | Veloci- dade (m/s) | Quanti- dade (mm) | Intensi- dade (horas) | |
| 1 | 5,2 | 28,0 | 18,8 | 23,3 | 83 | SW | 3,7 | 10,0 | 5,00 | 1,7 |
| 2 | 10,7 | 29,2 | 18,0 | 22,9 | 55 | W | 3,8 | 5,2 | 0,15 | 3,6 |
| 3 | 11,9 | 27,5 | 14,4 | 21,0 | 56 | SE | 4,7 | - | - | 6,2 |
| 4 | 11,1 | 29,5 | 12,9 | 21,1 | 46 | SW | 4,2 | - | - | 7,0 |
| 5 | 12,1 | 32,0 | 13,1 | 23,9 | 47 | NW | 3,0 | - | - | 6,8 |
| 6 | 11,9 | 33,1 | 16,1 | 26,0 | 49 | NW | 5,3 | - | - | 6,3 |
| 7 | 11,8 | 32,6 | 15,5 | 24,3 | 61 | SW | 3,4 | - | - | 10,9 |
| 8 | 10,9 | 35,0 | 15,8 | 26,8 | 44 | NW | 4,1 | - | - | 7,0 |
| 9 | 2,5 | 31,6 | 22,3 | 23,6 | 83 | NW | 6,3 | 8,6 | 0,30 | 10,2 |
| 10 | 11,4 | 26,0 | 18,5 | 22,7 | 82 | N | 3,5 | 11,4 | 3,00 | 4,8 |
| 11 | 0,3 | 30,1 | 19,3 | 21,9 | 81 | NW | 4,9 | 4,4 | 2,00 | 2,5 |
| 12 | 8,4 | 31,0 | 19,5 | 23,7 | 88 | NW | 3,2 | 10,0 | 2,20 | 2,6 |
| 13 | 0,0 | 33,3 | 19,9 | 23,8 | 77 | NW | 3,1 | 33,6 | 2,00 | 2,4 |
| 14 | 10,7 | 33,9 | 19,4 | 25,9 | 69 | NW | 3,7 | 4,9 | 2,00 | 4,0 |
| 15 | 9,4 | 32,6 | 20,1 | 25,7 | 72 | SW | 4,3 | - | - | 4,5 |
| 16 | 4,0 | 30,4 | 19,4 | 24,2 | 87 | W | 8,5 | - | - | 4,6 |
| 17 | 7,4 | 30,7 | 20,4 | 24,8 | 75 | W | 3,2 | 2,5 | 0,20 | 2,4 |
| 18 | 8,8 | 32,4 | 19,4 | 25,3 | 73 | NW | 2,8 | - | - | 4,7 |
| 19 | 7,1 | 30,0 | 21,3 | 24,6 | 72 | SE | 6,2 | - | - | 6,1 |
| 20 | 0,0 | 30,2 | 20,0 | 23,9 | 91 | NE | 4,4 | 12,3 | 1,10 | 4,7 |
| 21 | 6,5 | 30,8 | 19,8 | 25,8 | 65 | NW | 5,7 | 10,0 | 2,40 | 2,3 |
| 22 | 2,0 | 30,6 | 20,2 | 25,6 | 77 | W | 3,2 | - | - | 4,8 |
| 23 | 10,2 | 34,3 | 19,8 | 27,2 | 65 | NW | 2,7 | - | - | 4,4 |
| 24 | 9,2 | 34,5 | 20,1 | 25,7 | 74 | - | - | - | - | - |
| 25 | 1,6 | 31,5 | 22,9 | 26,1 | 78 | - | - | - | - | - |
| 26 | 0,0 | 26,1 | 20,0 | 22,9 | 90 | - | - | - | - | - |
| 27 | 12,2 | 33,9 | 20,1 | 25,9 | 58 | - | - | - | - | - |
| 28 | 10,2 | 33,1 | 20,8 | 26,4 | 49 | N | 3,0 | 13,3 | 4,00 | 16,5 |
| 29 | 6,9 | 31,9 | 19,2 | 24,8 | 67 | NE | 5,1 | - | - | 5,5 |
| 30 | 1,8 | 30,9 | 20,1 | 24,9 | 70 | SW | 3,8 | - | - | 4,5 |
| 31 | 2,6 | 29,5 | 19,1 | 24,2 | 82 | NE | 2,8 | 12,6 | 2,00 | 4,0 |
| Total | | | | | | | | | | |
| Media | 208,8 | 31,2 | 18,9 | 24,5 | 69,9 | - | 4,2 | 138,8 | 26,35 | 145,0 |

TABELA 3 - Observações meteorológicas diárias do mês de janeiro de 1971.
Posto Meteorológico da E. S. A. "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP.

| Dias | Inso- lação (horas) | Temperatura (°C) | | | Umidade rela- tiva (%) | Vento | | Precipitação | | Evapo- ração (cm ³) |
|-------|---------------------------|------------------|-------------|---------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| | | Máxi- ma | Míni- ma | À Som- bra | | Direção (às 14 horas) | Veloci- dade (m/s) | Quanti- dade (mm) | Intensi- dade (horas) | |
| 1 | 4,1 | 31,2 | 20,1 | 24,5 | 79 | NW | 4,0 | 2,8 | 2,00 | 2,5 |
| 2 | 0,0 | 25,2 | 19,4 | 21,3 | 85 | S | 4,2 | 35,2 | 8,00 | 3,0 |
| 3 | 0,0 | 24,1 | 18,0 | 21,4 | 94 | SW | 2,9 | 0,7 | 0,30 | 1,5 |
| 4 | 2,6 | 27,6 | 19,0 | 22,6 | 82 | N | 3,0 | 1,3 | 1,20 | 1,1 |
| 5 | 4,8 | 29,9 | 18,7 | 22,9 | 81 | NW | 3,5 | 0,7 | 1,20 | 2,8 |
| 6 | 3,1 | 32,4 | 19,5 | 24,2 | 79 | NE | 3,6 | 10,5 | 1,40 | 2,4 |
| 7 | 11,1 | 29,0 | 18,8 | 23,3 | 86 | NE | 3,0 | 37,4 | 4,30 | 3,0 |
| 8 | 8,2 | 31,7 | 18,4 | 24,8 | 67 | N | 4,1 | - | - | 1,7 |
| 9 | 9,8 | 34,5 | 19,0 | 25,9 | 61 | NW | 3,3 | - | - | 5,0 |
| 10 | 7,6 | 31,0 | 19,5 | 25,1 | 65 | SE | 3,5 | 8,8 | 0,40 | 6,0 |
| 11 | 3,1 | 31,4 | 20,5 | 25,2 | 77 | NE | 3,2 | - | - | 3,0 |
| 12 | 11,6 | 34,0 | 18,8 | 25,9 | 60 | N | 2,7 | - | - | 3,5 |
| 13 | 8,6 | 33,4 | 19,3 | 25,5 | 68 | NW | 3,0 | - | - | 4,8 |
| 14 | 1,2 | 26,6 | 18,1 | 22,4 | 85 | NE | 2,9 | 50,0 | 3,00 | 4,0 |
| 15 | 8,9 | 29,8 | 17,8 | 22,8 | 71 | S | 4,4 | - | - | 1,9 |
| 16 | 11,8 | 30,7 | 15,6 | 22,5 | 64 | S | 4,9 | - | - | 4,4 |
| 17 | 9,3 | 31,6 | 15,9 | 20,9 | 77 | NW | 3,2 | - | - | 4,9 |
| 18 | 11,8 | 31,4 | 17,4 | 24,4 | 68 | SW | 4,5 | - | - | 3,3 |
| 19 | 11,2 | 31,7 | 17,7 | 24,5 | 69 | NW | 4,2 | - | - | 4,2 |
| 20 | 10,4 | 32,6 | 18,7 | 25,1 | 69 | NW | 4,3 | - | - | 4,3 |
| 21 | 8,7 | 30,9 | 20,0 | 24,9 | 75 | NE | 2,9 | 1,3 | 0,50 | 5,1 |
| 22 | 11,3 | 33,3 | 19,4 | 26,1 | 58 | NE | 7,9 | - | - | 3,2 |
| 23 | 12,1 | 33,8 | 18,8 | 26,1 | 50 | NE | 3,0 | - | - | 5,3 |
| 24 | 12,4 | 34,5 | 17,2 | 26,5 | 45 | NW | 3,0 | - | - | 6,4 |
| 25 | 12,2 | 36,8 | 17,3 | 27,6 | 39 | NE | 2,7 | - | - | 3,1 |
| 26 | 11,8 | 36,1 | 17,8 | 26,7 | 42 | NE | 3,5 | - | - | 5,5 |
| 27 | 12,1 | 36,5 | 19,2 | 28,3 | 43 | NW | 3,7 | - | - | 7,7 |
| 28 | 10,8 | 35,0 | 20,0 | 27,9 | 39 | NW | 4,5 | - | - | 8,2 |
| 29 | 11,7 | 33,6 | 20,7 | 24,3 | 71 | N | 3,9 | - | - | 9,0 |
| 30 | 7,8 | 32,5 | 17,9 | 24,2 | 74 | N | 2,9 | 22,6 | 4,30 | 4,1 |
| 31 | 6,5 | 30,9 | 20,2 | 20,3 | 79 | SW | 3,3 | 9,3 | 1,30 | 3,5 |
| Total | | | | | | | | | | |
| Media | 256,6 | 31,7 | 18,7 | 24,5 | 67,8 | - | 3,7 | 180,6 | 29,50 | 128,4 |

TABELA 4 - Observações meteorológicas diárias do mês de fevereiro de 1971.
Posto Meteorológico da E. S. A. "Luiz de Queiroz", Universidade
de São Paulo, em Piracicaba, SP.

| Dias | Inso- lação (horas) | Temperatura (°C) | | | Umidade rela- tiva | Vento | | Precipitação | | Evapo- ração (cm ³) |
|-------|---------------------------|------------------|-------------|---------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| | | Máxi- ma | Míni- ma | À Som- bra | | Direção (às 14 horas) | Veloci- dade (m/s) | Quanti- dade (mm) | Intensi- dade (horas) | |
| 1 | 2,7 | 33,0 | 19,7 | 24,3 | 75 | SW | 3,4 | 3,5 | 1,10 | 3,3 |
| 2 | 10,4 | 36,0 | 18,8 | 25,9 | 63 | SW | 3,1 | - | - | 3,5 |
| 3 | 10,6 | 35,6 | 19,4 | 25,3 | 69 | SW | 2,8 | - | - | 5,4 |
| 4 | 12,0 | 36,4 | 19,7 | 26,8 | 58 | N | 2,8 | ,1 | 1,20 | 4,9 |
| 5 | 10,5 | 36,0 | 20,2 | 27,6 | 52 | N | 3,5 | - | - | 6,7 |
| 6 | 10,7 | 34,6 | 20,8 | 26,7 | 56 | SW | 4,4 | - | - | 6,6 |
| 7 | 9,4 | 32,0 | 18,7 | 24,2 | 69 | N | 4,9 | - | - | 7,3 |
| 8 | 6,4 | 30,0 | 19,5 | 24,3 | 72 | NE | 3,6 | - | - | 4,6 |
| 9 | 4,6 | 30,7 | 19,3 | 23,1 | 81 | N | 3,9 | 1,1 | 0,30 | 4,0 |
| 10 | 5,2 | 29,7 | 19,0 | 23,1 | 78 | NW | 3,4 | 1,7 | 0,40 | 3,8 |
| 11 | 1,7 | 29,6 | 18,2 | 22,6 | 86 | SE | 3,3 | 0,9 | 1,20 | 6,3 |
| 12 | 8,7 | 33,5 | 18,7 | 25,2 | 69 | NW | 4,1 | - | - | 2,7 |
| 13 | 7,3 | 34,1 | 19,9 | 24,8 | 75 | S | 3,0 | 11,1 | 1,20 | 6,0 |
| 14 | 11,2 | 33,8 | 20,1 | 26,8 | 68 | SW | 3,3 | 12,6 | 1,00 | 3,2 |
| 15 | 2,6 | 33,0 | 19,1 | 23,7 | 65 | SW | 5,1 | 16,1 | 1,20 | 4,3 |
| 16 | 11,9 | 35,5 | 19,0 | 25,6 | 63 | SW | 4,7 | - | - | 5,1 |
| 17 | 11,2 | 34,0 | 18,8 | 26,3 | 62 | SW | 5,4 | - | - | 5,3 |
| 18 | 11,3 | 34,7 | 18,5 | 26,6 | 49 | NW | 3,6 | - | - | 4,9 |
| 19 | 10,6 | 34,5 | 19,6 | 27,0 | 64 | W | 3,3 | - | - | 5,9 |
| 20 | 6,3 | 30,4 | 19,0 | 24,3 | 74 | S | 3,4 | 7,0 | 1,20 | 6,5 |
| 21 | 2,9 | 31,2 | 20,4 | 27,1 | 74 | N | 2,9 | - | - | 3,5 |
| 22 | 6,3 | 30,8 | 19,5 | 23,4 | 86 | NW | 2,9 | - | - | 2,4 |
| 23 | 6,8 | 31,4 | 19,2 | 24,3 | 79 | NW | 3,2 | 17,0 | 3,10 | 2,3 |
| 24 | 7,1 | 32,4 | 19,9 | 25,1 | 71 | N | 2,4 | - | - | 4,5 |
| 25 | 0,0 | 24,8 | 19,0 | 21,2 | 81 | SE | 4,2 | 2,2 | 1,10 | 3,6 |
| 26 | 1,3 | 25,5 | 17,8 | 20,8 | 77 | SE | 6,4 | - | - | 2,7 |
| 27 | 6,0 | 26,8 | 17,5 | 21,0 | 79 | SE | 4,8 | - | - | 4,7 |
| 28 | 2,4 | 34,0 | 17,7 | 22,4 | 68 | SE | 5,1 | - | - | 4,7 |
| Total | | | | | | | | | | |
| Média | 198,1 | 32,3 | 19,2 | 24,6 | 70,1 | - | 3,8 | 81,3 | 13,00 | 128,7 |

TABELA 5 - Observações meteorológicas diárias do mês de março de 1971.
Posto Meteorológico da E. S. A. "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP.

| Dias | Inso- lação (horas) | Temperatura (°C) | | | Umidade rela- tiva (%) | Vento | | Precipitação | | Evap- oração (cm ³) |
|-------|---------------------------|------------------|-------------|---------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| | | Máxi- ma | Míni- ma | À Som- bra | | Direção (às 14 horas) | Veloci- dade (m/s) | Quanti- dade (mm) | Intensi- dade (horas) | |
| 1 | 10,7 | 31,2 | 14,5 | 22,1 | 69 | S | 4,6 | - | - | 4,8 |
| 2 | 8,4 | 31,2 | 22,0 | 24,8 | 68 | S | 3,5 | - | - | 2,7 |
| 3 | 8,7 | 33,0 | 18,0 | 24,3 | 66 | S | 3,0 | - | - | 3,0 |
| 4 | 3,7 | 31,2 | 19,0 | 22,8 | 75 | S | 2,9 | 8,2 | 0,30 | 6,0 |
| 5 | 1,5 | 29,0 | 18,4 | 22,0 | 86 | SW | 3,0 | - | - | 5,9 |
| 6 | 4,7 | 29,0 | 18,4 | 22,7 | 81 | NW | 3,3 | 15,1 | 3,00 | 5,2 |
| 7 | 8,1 | 30,6 | 18,7 | 24,1 | 75 | NW | 2,6 | - | - | 3,4 |
| 8 | 10,2 | 33,2 | 18,1 | 25,1 | 68 | N | 2,5 | - | - | 4,0 |
| 9 | 11,3 | 31,8 | 19,7 | 23,1 | 77 | W | 3,9 | 11,4 | 1,40 | 3,6 |
| 10 | 8,2 | 31,6 | 18,7 | 21,9 | 75 | SE | 2,1 | - | - | 4,7 |
| 11 | 3,5 | 29,5 | 18,5 | 22,7 | 84 | N | 3,2 | 44,6 | 5,50 | 2,4 |
| 12 | 1,6 | 28,3 | 20,3 | 22,8 | 90 | S | 3,8 | 9,4 | 2,20 | 1,8 |
| 13 | 0,0 | 30,3 | 20,3 | 23,4 | 75 | N | 3,6 | 9,2 | 1,20 | 1,1 |
| 14 | 7,3 | 34,3 | 18,1 | 21,7 | 92 | N | 3,4 | - | - | 3,0 |
| 15 | 10,2 | 34,4 | 19,8 | 26,4 | 68 | NW | 2,4 | - | - | 3,1 |
| 16 | 10,8 | 33,8 | 19,3 | 25,6 | 76 | NE | 2,8 | - | - | 4,2 |
| 17 | 7,3 | 34,5 | 19,5 | 23,3 | 65 | NE | 2,8 | - | - | 6,7 |
| 18 | 9,1 | 34,0 | 19,5 | 25,5 | 68 | SE | 2,9 | - | - | 4,8 |
| 19 | 10,6 | 33,8 | 17,8 | 23,5 | 63 | SW | 4,0 | - | - | 4,6 |
| 20 | 9,9 | 34,5 | 18,6 | 25,5 | 65 | NE | 2,7 | - | - | 4,2 |
| 21 | 2,8 | 27,0 | 19,7 | 21,7 | 84 | NE | 4,0 | - | - | 4,5 |
| 22 | 5,6 | 27,0 | 18,5 | 22,8 | 72 | W | 2,7 | 1,0 | 0,15 | 2,4 |
| 23 | 0,0 | 31,3 | 18,3 | 24,5 | 77 | NW | 2,4 | - | - | 3,3 |
| 24 | 1,5 | 28,7 | 18,9 | 22,3 | 84 | SE | 4,9 | 14,4 | 4,20 | 3,0 |
| 25 | 6,2 | 30,0 | 18,5 | 22,7 | 80 | NW | 2,8 | 3,6 | 2,10 | 1,7 |
| 26 | 3,1 | 29,8 | 19,0 | 22,6 | 88 | NE | 3,5 | 36,5 | 2,10 | 2,4 |
| 27 | 2,5 | 29,0 | 19,5 | 22,5 | 80 | NW | 3,5 | 5,2 | 0,20 | 1,7 |
| 28 | 8,7 | 31,4 | 17,5 | 23,2 | 72 | NW | 3,5 | 8,7 | 1,00 | 2,6 |
| 29 | 9,9 | 31,5 | 16,3 | 23,0 | 70 | S | 3,3 | 6,2 | 0,50 | 3,0 |
| 30 | 8,2 | 30,9 | 16,7 | 22,9 | 74 | S | 2,9 | - | - | 3,5 |
| 31 | 7,4 | 31,0 | 18,0 | 23,4 | 63 | S | 2,9 | - | - | 2,7 |
| Total | | | | | | | | | | |
| Média | 201,7 | 31,2 | 18,7 | 23,4 | 75,2 | - | 3,1 | 173,5 | 23,85 | 110,0 |

TABELA 6 - Observações meteorológicas diárias do mês de abril de 1971.
Pôsto Meteorológico da E. S. A. "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP.

| Dias | Inso- lação (horas) | Temperatura (°C) | | | Umidade rela- tiva (%) | Vento | | Precipitação | | Evapo- ração (cm ³) |
|-------|---------------------------|------------------|-------------|---------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| | | Máxi- ma | Míni- ma | À Som- bra | | Direção (às 14 horas) | Veloci- dade (m/s) | Quantidade (mm) | Intensi- dade (horas) | |
| 1 | 9,0 | 31,5 | 17,5 | 23,3 | 70 | SE | 3,6 | - | - | - |
| 2 | 10,4 | 30,0 | 19,9 | 23,4 | 68 | NW | 3,8 | - | - | 6,2 |
| 3 | 9,8 | 30,2 | 15,2 | 22,3 | 68 | NW | 2,9 | - | - | 3,3 |
| 4 | 8,9 | 31,0 | 15,9 | 22,6 | 67 | NW | 2,4 | - | - | 4,3 |
| 5 | 10,6 | 31,0 | 31,6 | 21,3 | 61 | SW | 4,0 | - | - | 3,7 |
| 6 | 12,3 | 30,1 | 17,8 | 21,2 | 62 | NW | 3,0 | - | - | 4,1 |
| 7 | 9,6 | 31,0 | 13,4 | 22,9 | 69 | SE | 2,5 | - | - | 3,3 |
| 8 | 10,7 | 31,5 | 19,9 | 27,1 | 66 | SW | 3,8 | - | - | 7,7 |
| 9 | 0,7 | 26,5 | 19,5 | 21,8 | 84 | NW | 3,2 | - | - | 1,0 |
| 10 | 8,4 | 28,4 | 18,0 | 22,0 | 72 | SE | 3,7 | 14,3 | 0,40 | 1,0 |
| 11 | 9,0 | 29,0 | 14,8 | 19,2 | 70 | S | 3,7 | - | - | 3,0 |
| 12 | 8,7 | 29,6 | 13,6 | 21,6 | 73 | S | 3,4 | - | - | 2,9 |
| 13 | 8,7 | 29,8 | 15,0 | 21,4 | 76 | SW | 3,6 | - | - | 2,5 |
| 14 | 9,4 | 30,4 | 16,4 | 22,4 | 65 | NE | 3,7 | 3,3 | 0,10 | 2,8 |
| 15 | 8,3 | 30,8 | 15,4 | 23,2 | 81 | NE | 3,3 | - | - | 3,1 |
| 16 | 0,6 | 30,3 | 19,8 | 23,7 | 74 | NW | 4,7 | 3,3 | 0,10 | 2,5 |
| 17 | 5,2 | 28,2 | 19,2 | 22,5 | 68 | SW | 3,5 | - | - | 3,6 |
| 18 | 8,2 | 29,4 | 14,5 | 21,8 | 71 | NW | 6,2 | 1,0 | 0,30 | 4,2 |
| 19 | 5,2 | 29,3 | 14,9 | 20,0 | 78 | SW | 4,6 | - | - | 2,6 |
| 20 | 9,4 | 30,4 | 14,3 | 21,5 | 71 | NE | 3,0 | - | - | 2,1 |
| 21 | 0,0 | 26,0 | 17,0 | 20,1 | 79 | N | 3,1 | - | - | 1,8 |
| 22 | 2,0 | 25,5 | 19,8 | 21,6 | 74 | - | - | 6,4 | 2,20 | 2,6 |
| 23 | 1,6 | 25,0 | 19,1 | 21,0 | 79 | - | - | - | - | - |
| 24 | 4,8 | 19,5 | 8,1 | 12,4 | 69 | - | - | - | - | - |
| 25 | 7,0 | 19,9 | 4,1 | 11,8 | 71 | - | - | - | - | - |
| 26 | 9,7 | 24,9 | 6,9 | 15,0 | 74 | NE | 4,3 | - | - | 18,5 |
| 27 | 9,5 | 27,0 | 9,5 | 16,9 | 52 | NE | 3,5 | - | - | 0,6 |
| 28 | 9,2 | 27,5 | 10,2 | 17,5 | 70 | NE | 3,5 | - | - | 4,0 |
| 29 | 9,0 | 27,5 | 9,9 | 17,7 | 68 | NE | 3,1 | - | - | 2,9 |
| 30 | 8,9 | 28,0 | 10,1 | 18,2 | 64 | NE | 3,1 | - | - | 3,1 |
| Total | | | | | | | | | | |
| Média | 224,8 | 28,3 | 14,9 | 20,6 | 70,5 | - | 1,32 | 28,3 | 3,10 | 97,4 |

TABELA 7 - Dados meteorológicos mensais de insolação, temperatura, precipitação e evaporação, na estação chuvosa, em Piracicaba, SP. (*)

| Mês e Ano | Inso- lação horas | Extremo da temperatura e tempera- tura média mensal do ar à sombra | | | | Præci- pitação (mm) | Evapõ ração (cm ³) |
|-----------------|-------------------------|---|-------------------|----------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| | | Máxima (média) | Mínima (média) | Amplitude (média) | Média (à som- bra) | | |
| Dez / 70 | 208,8 | 31,2 | 18,9 | 12,3 | 24,5 | 138,8 | 145,0 |
| Jan / 71 | 256,6 | 31,7 | 18,7 | 13,0 | 24,5 | 180,6 | 128,4 |
| Fev / 71 | 198,1 | 32,3 | 19,2 | 13,1 | 24,6 | 81,3 | 128,7 |
| Mar / 71 | 201,7 | 31,2 | 18,7 | 12,5 | 23,4 | 173,5 | 110,0 |
| Abr / 71 | 224,8 | 28,3 | 14,9 | 13,4 | 20,6 | 28,3 | 97,4 |
| Total | 1.090,0 | | | | | 602,5 | 609,5 |

(*) Dados fornecidos pelo Posto Meteorológico da E. S. A. "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

Torna-se fácil a classificação imediata do tipo climático de uma região, por simples confronto do diagrama obtido com os dez tipos básicos de clima considerados por WALTER e seus colaboradores, anteriormente descritos pelo próprio WALTER (1960, cit. por LAMBERTI, loc. cit., pág. 28).

O climadiagrama agora apresentado, é constituído dos dados de precipitação e temperatura relativos apenas ao período de um ano de observação, resumidos na Tabela 8.

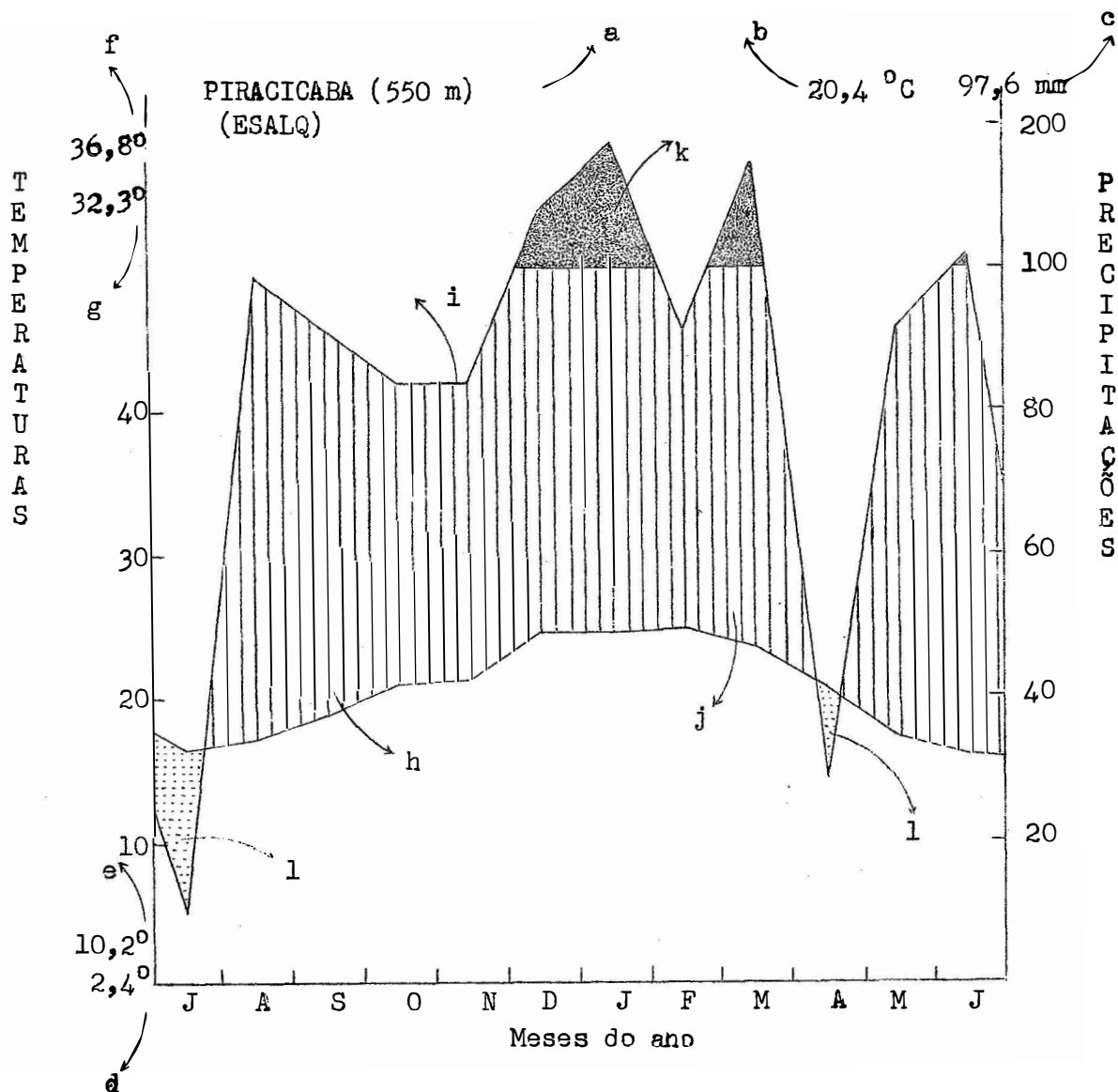
Diagramas climáticos menos detalhados, que mostram as variações das curvas de temperatura e precipitação referentes às localidades de Jacarezinho, Londrina e Rolândia, foram elaborados por SANTOS (1967) para a região das matas pluvial tropical - subtropical do Norte do Paraná.

TABELA 8 - Caracterização plúvio-térmica da região de Piracicaba, SP, no período de junho de 1970 a julho de 1971.

| A n o | M ê s e s | Máxima absol luta | Máxima do mês + quente (média) | Mínima absol luta | Mínima do mês + frio (média) | Tempera tura anual (média) | Precipi tação anual (média) |
|---------------|-----------|-------------------------|---|-------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1970 | Junho | 29,9 | 25,9 | 9,0 | 12,6 | 18,2 | 40,2 |
| | Julho | 30,2 | 25,0 | 3,9 | 9,8 | 16,4 | 10,5 |
| | Agosto | 32,2 | 24,8 | 5,2 | 10,3 | 17,1 | 98,7 |
| | Setembro | 32,0 | 26,8 | 7,0 | 13,3 | 18,9 | 90,6 |
| | Outubro | 32,5 | 28,6 | 9,8 | 15,1 | 21,0 | 83,7 |
| | Novembro | 33,5 | 27,7 | 9,6 | 14,8 | 21,2 | 83,9 |
| | Dezembro | 35,0 | 31,2 | 12,9 | 19,0 | 24,5 | 138,8 |
| 1971 | Janeiro | 36,8 | 31,7 | 15,6 | 18,7 | 24,5 | 180,6 |
| | Fevereiro | 36,4 | 32,3 | 17,5 | 13,4 | 24,6 | 81,3 |
| | Março | 34,5 | 31,2 | 14,5 | 18,6 | 23,4 | 173,5 |
| | Abril | 31,5 | 28,3 | 4,1 | 14,9 | 20,6 | 28,3 |
| | Maiο | 29,6 | 24,6 | 6,1 | 11,9 | 17,1 | 91,4 |
| | Junho | 28,8 | 23,3 | 2,4 | 10,2 | 15,8 | 109,3 |
| | Julho | 33,0 | 26,0 | 2,4 | 8,7 | 15,6 | 32,0 |
| M é d i a (*) | | | | | | 20,4 | 97,6 |

(*) Valores médios do período de julho de 1970 a junho de 1971.

A Tabela 9, reproduzida de SETZER (1949, pág. 290), oferece uma melhor caracterização climática de Piracicaba, baseada em registros de pluviosidade e temperatura que totalizam 44 anos. Conforme a própria indicação desse autor, para a transformação dos dados, dos dois períodos considerados, em uma só normal climatológica "basta multiplicar cada uma das duas médias, por um quociente obtido dividindo o número de anos, a que cada qual se refere, pelo número total de anos dos dois períodos englobados, somando em seguida os dois produtos" (loc. cit., pág. 283).



- a) Estação meteorológica e altitude
- b) Temperatura anual média
- c) Precipitação anual média
- d) Mínima absoluta do período
- e) Média das mínimas do mês mais frio
- f) Máxima absoluta do período
- g) Média das máximas do mês mais quente
- h) Curva das temperaturas médias
- i) Curva das precipitações médias
- j) Épocas úmidas (hachurado), até 100 mm
- k) Épocas muito úmidas (sombreado), mais de 100 mm
- l) Déficit pluviométrico (pontilhado)

FIGURA 2 - Climadiagrama de Piracicaba, SP, durante a estação das chuvas (1970/71).

TABELA 9 - Normais Climatológicas de Piracicaba (*)

Altitude: 550 m. Coord. Geogr.: 22° 42' lat. Sul
e 47° 03' long. W Gr.

| Meses | Médias de 23 anos 1893/95 e 1902/21 | | Médias de 21 anos 1922 a 1942 | | Diferenças entre o 2.º e o 1.º períodos | |
|-----------|--|------------------------|----------------------------------|------------------------|--|-------------|
| | Temperaturas médias °C | Totais de chuvas mm | Temperaturas médias °C | Totais de chuvas mm | Temperaturas °C | Chuvas % |
| Setembro | 19,1 | 67 | 19,7 | 80 | + 0,6 | + 19,5 |
| Outubro | 20,7 | 88 | 20,9 | 86 | + 0,2 | - 2,5 |
| Novembro | 22,2 | 144 | 22,2 | 142 | 0,0 | - 1,5 |
| Primavera | 20,7 | 300 | 20,9 | 308 | + 0,2 | + 2,5 |
| Dezembro | 22,5 | 211 | 22,8 | 236 | + 0,3 | + 12,0 |
| Janeiro | 23,0 | 215 | 23,6 | 240 | + 0,6 | + 11,5 |
| Fevereiro | 23,5 | 171 | 23,5 | 209 | 0,0 | + 22,0 |
| Verão | 23,0 | 597 | 23,3 | 685 | + 0,3 | + 15,0 |
| Março | 22,4 | 118 | 23,0 | 135 | + 0,6 | + 14,5 |
| Abril | 20,5 | 61 | 21,1 | 63 | + 0,6 | + 13,5 |
| Maiο | 17,4 | 51 | 18,5 | 43 | + 0,1 | - 15,5 |
| Outono | 20,1 | 230 | 20,8 | 241 | + 0,7 | + 5,0 |
| Junho | 16,2 | 65 | 17,0 | 29 | + 0,8 | - 55,5 |
| Julho | 15,8 | 28 | 16,6 | 20 | + 0,8 | - 28,5 |
| Agosto | 17,0 | 46 | 19,0 | 31 | + 2,0 | - 32,5 |
| Inverno | 16,3 | 140 | 17,5 | 80 | + 1,2 | - 43,0 |
| Ano | 20,0 | 1.267 | 20,7 | 1.314 | + 0,7 | + 3,5 |

(*) Fonte: J. SETZER: Os Solos do Estado de São Paulo, 1949.

4 - MATERIAL E MÉTODOS

4.1 - MATERIAL

O comportamento transpiratório do cafeeiro, em condições de campo, foi investigado em três plantas de Coffea arabica L. cv. 'Mundo Novo' no decorrer de uma estação de chuvas, no meio ambiente de Piracicaba, SP.

O código internacional de nomenclatura das plantas cultivadas, aplica o termo cultivar (cv.) àquelas formas cultivadas das espécies originadas de mutações ou recombinações e, também, às linhagens com características próprias (e.g., morfológicas, imunológicas, produtivas).

Dos vários cultivares descritos para Coffea arabica, o 'Mundo Novo' ou café Sumatra de Mundo Novo, como foi de início conhecido, trata-se de um cultivar de C. arabica L. var. bourbon (B. Rodr.) Choussy.

CARVALHO (1967), relatando as origens e o roteiro seguido pelas primeiras seleções deste cultivar, aponta que o prefixo Sumatra suprimiu-se para evitar a confusão com o verdadeiro cultivar 'Sumatra', o qual é linhagem do 'Típica', i.e., o cultivar que reúne todas as linhagens comerciais de C. arabica L. var. arabica L., também descrita como var. typica Cramer. Permanece a identidade Mundo Novo em homenagem ao município, onde o cultivar foi descoberto em plantação de 'Sumatra' que tem hoje seu nome mudado para Urupês, na região Araraquarense do Estado de São Paulo.

O cultivar 'Mundo Novo' é, de conformidade com CARVALHO (1957), uma linhagem do cultivar 'Bourbon Vermelho' caracterizada por vigor vegetativo acentuado e elevada produção, ramificação lateral densa e, em relação ao 'Bourbon' comum, porte pouco maior e amadurecimento do fruto pouco mais tardio.

Resultados de ensaios de seleções regionais indicam que as melhores progênies de 'Mundo Novo' são 80% mais produtivas do que o cultivar primitivo sem seleção, 50% e 95% mais do que 'Bourbon Amarelo' e 'Bourbon Vermelho', respectivamente, e 240% mais do que o 'Típica' (CARVALHO, 1967).

Os dados acima, reveladores do índice de progresso da seleção, vem justificar a informação de KRUG e DE POERCK (1968), baseada em pesquisa realizada em janeiro de 1965 pela Divisão de Economia Agrícola de São Paulo, segundo a qual dos 780 milhões de pés de café existentes no Estado naquela data, 33% eram de 'Mundo Novo', cerca de 29% cada um de 'Bourbon' e 'Típica', 2,3% de 'Caturra' e os 6,3% restantes de outras variedades ou cultivares.

O presente trabalho reúne dados colhidos de três cafeeiros, com 15 anos de idade aproximadamente, do cultivar 'Mundo Novo' linhagem CP 379-19.

4.2 - LOCALIZAÇÃO

Os cafeeiros estudados foram plantados em 15 de março de 1956, no espaçamento de 3 x 2 metros e quatro plantas por cova, e escolhidos três da linha de contorno da face sul de uma parcela experimental de café, cultivado a pleno sol, no topo de uma gleba da Seção de Agricultura do Departamento de Agricultura e Horticultura da E. S. A. "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP.

É conhecida a influência marcante do vento sobre a transpiração. Escolheu-se portanto a face sul do cafezal, por estar exposta a ventos de tendência S e SE, quase regular. Nas outras faces, a proteção oferecida pelos próprios cafeeiros atenuaria o efeito do vento, dificultando a observação da influência deste parâmetro meteorológico.

Restringindo as observações somente aos cafeeiros da bordadura, procurou-se também evitar interferências devidas a experimentos ali conduzidos no espaço e no tempo.

Com efeito, experiências de adubação iniciadas há mais de uma década, com diversas fórmulas distribuídas ao acaso dentro do cafezal, só permitiam a escolha dos cafeeiros da bordadura como sendo os únicos que não teriam sua transpiração provavelmente afetada, por condições diferentes de nutrição mineral.

4.3 - MÉTODOS

Para a obtenção dos dados físicos e fisiológicos apresentados neste trabalho, empregou-se a metodologia já usual em pesquisas semelhantes.

As informações ambientais foram obtidas in situ através de dispositivo constante de anemômetro e veleta, para a velocidade e direção do vento; termômetros de máxima e mínima, para a amplitude diária da temperatura; psicrômetro, para o cálculo da umidade relativa do ar; evaporímetro de Piche, para a determinação do poder evaporante do ar; fotômetro, para a medida da intensidade luminosa; trado e vasilhames metálicos, para coleta de amostras destinadas ao cálculo da umidade do solo.

Os dados fisiológicos, referentes à transpiração total, cuticular e relativa; movimento hidroativo dos estômatos e déficit hídrico foliar obtiveram-se, por sua vez, mediante uso de balanças de precisão, no campo e no laboratório.

4.3.1 - Umidade do Solo

Para a determinação gravimétrica do conteúdo de água, em % do peso seco, mediante secagem em estufa a 105^oC até peso constante, foram coletadas amostras de cerca de 100 g de solo, às profundidades de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm e 20 a 30 cm.

As amostras foram retiradas com trado da firma Central Scientific Co. (Chicago, U. S. A.), colocadas em vasilhames metálicos de tara conhecida e devidamente vedadas com cinta adesiva.

Baseados nas considerações de FRANCO e INFORZATO (1946), sobre a distribuição do sistema radicular do cafeeiro nos principais tipos de solos do Estado de São Paulo, a remoção das amostras foi feita dentre os 50 cm a partir do eixo da planta. Distância que se acha compreendida na extensão máxima observada do sistema radicular (SILVA, 1960), onde também foram encontradas por SUAREZ DE CASTRO (1960) as mais elevadas percentagens de raízes totais.

4.3.2 - Fatores Microclimáticos

Durante o andamento diário de cada experiência se fizeram observações, cada meia hora, das condições ambientais reinantes no período do dia considerado. Sempre que possível o intervalo das observações foi reduzido para menos de 30 minutos.

4.3.2.1 - Temperatura e umidade relativa do ar

As temperaturas máxima e mínima do dia de cada experiência, foram determinadas pela leitura direta em °C de termômetros R. Fuess (Berlim - Steglitz) de uso comum nos postos meteorológicos.

Os dados de umidade relativa do ar foram obtidos após redução das observações psicrométricas, registradas por termômetros de bulbo seco e úmido "Jumo" (Jenaer - Normalglas - Alemanha), instalados à sombra e bem ventilados.

A chamada "constante psicrométrica" é afetada pelas diferentes velocidades do vento. Levou-se então sempre em consideração esse fator na consulta das tabelas psicrométricas (FERRAZ, 1914), utilizadas na redução dos valores obtidos no campo. Levou-se em conta, igualmente, a altitude aproximada de 540 m s.n.m. correspondente ao local de trabalho.

4.3.2.2 - Velocidade e direção do vento

Dados obtidos, respectivamente, pelo emprego de anemômetro modelo B 892 e veleta modelo B 7056 de R. Fuess (Berlim - Steglitz), colocados sobre uma baliza de uso topográfico, de 2 metros, situada em lugar aberto e perfeitamente orientada com auxílio de uma bússola de bolso, antes do início das observações.

Os valores de velocidade, inicialmente obtidos em km/h, foram depois reduzidos a m/s e comparados com os da escala de vento Beaufort com limites da velocidade do vento a 10 m (vide SAUCIER, 1969), reproduzida na Tabela 10.

TABELA 10 - Escala de vento Beaufort. (*)

(Limites da velocidade do vento a 10 m) (**)

| Fôrça | Nós | mph | m/ s |
|-------|-----------|-----------|-------------|
| 0 | 1 | 1 | 0 - 0,2 |
| 1 | 1 - 3 | 1 - 3 | 0,3 - 1,5 |
| 2 | 4 - 6 | 4 - 7 | 1,6 - 3,3 |
| 3 | 7 - 10 | 8 - 12 | 3,4 - 5,4 |
| 4 | 11 - 16 | 13 - 18 | 5,5 - 7,9 |
| 5 | 17 - 21 | 19 - 24 | 8,0 - 10,7 |
| 6 | 22 - 27 | 25 - 31 | 10,8 - 13,8 |
| 7 | 28 - 33 | 32 - 38 | 13,9 - 17,1 |
| 8 | 34 - 40 | 39 - 46 | 17,2 - 20,7 |
| 9 | 41 - 47 | 47 - 54 | 20,8 - 24,4 |
| 10 | 48 - 55 | 55 - 63 | 24,5 - 28,4 |
| 11 | 56 - 63 | 64 - 72 | 28,5 - 32,6 |
| 12 | 64 - 71 | 73 - 82 | 32,7 - 36,9 |
| 13 | 72 - 80 | 83 - 92 | 37,0 - 41,4 |
| 14 | 81 - 89 | 93 - 103 | 41,5 - 46,1 |
| 15 | 90 - 99 | 104 - 114 | 46,2 - 50,9 |
| 16 | 100 - 108 | 115 - 125 | 51,0 - 56,0 |
| 17 | 109 - 118 | 126 - 136 | 56,1 - 61,2 |

(*) SAUCIER, W. J. (1969). Princípios de Análise Meteorológica. Apêndice, pág. 445.

(**) Resolução 9 , Comitê Meteorológico Internacional, Paris, 1946.

A direção do vento, registrada na escala numérica do instrumento, assim se corresponde com os diversos rumos da rosa dos ventos (Tabela 11).

Para a representação gráfica das observações de campo, construíram-se as rosas da frequência dos ventos predominantes.

TABELA 11 - Equivalência da escala numérica da veleta Fuess e rumos da rosa dos ventos.

| Q u a d r a n t e s | | | | | | | |
|---------------------|------|--------|------|--------|------|--------|------|
| I | | II | | III | | IV | |
| Escala | Rumo | Escala | Rumo | Escala | Rumo | Escala | Rumo |
| 02 | NNE | 10 | ESE | 18 | SSW | 26 | WNW |
| 04 | NE | 12 | SE | 20 | SW | 28 | NW |
| 06 | ENE | 14 | SSE | 22 | WSW | 30 | NNW |
| 08 | E | 16 | S | 24 | W | 32 | N |

Sobre cada uma das direções da rosa dos ventos tomou-se, a partir do centro, um vetor proporcional à percentagem da frequência com que o vento soprou nessa direção durante o dia. Transportados os vetores, representativos das diversas direções, para os raios que lhes competem na rosa dos ventos, uniram-se seus extremos livres obtendo assim um polígono de frequência, o qual torna claramente manifesta a direção predominante do vento, na data da experiência.

4.3.2.3 - Evaporação e pressão do vapor

A leitura direta de um evaporímetro de Piche original, da firma R. Fuess (Berlim - Steglitz), com disco de papel branco de 3 cm de diâmetro, forneceu os dados de evaporação.

Considerando que a superfície livre evaporante do disco de papel foi calculada em $12,61 \text{ cm}^2$, os valores de evaporação foram referidos à uma superfície unitária de 100 cm^2 e, posteriormente, expressos em $\text{mg/dm}^2/\text{min}$.

Para o cálculo do valor tabular dos dados de pressão do vapor, levou-se em conta a correção devida à altitude e velocidade do vento, segundo a escala Beaufort.

4.3.2.4 - Luminosidade

A intensidade luminosa foi medida com um fotômetro B. Lange (Berlim, Alemanha), graduado em lux, cuja escala apresenta limite máximo de 100 000 unidades.

Os valores das medidas de intensidade luminosa são afetados pelo ângulo de incidência. Por isso, adotou-se o critério de colocar a placa receptora de radiação sempre paralela, às folhas do ramo de onde era retirada a amostra utilizada em cada determinação.

Procurando obter informação sobre o aproveitamento da luz, algumas medidas comparativas foram feitas, concomitantemente, nas faces ensolaradas (E) e sombreadas (W) dos cafeeiros estudados.

4.3.3 - Área Foliar

A área das folhas empregadas nas determinações da transpiração total, cuticular e velocidade do movimento hidroativo dos estômatos, foi calculada gravimetricamente, por comparação com o peso conhecido de uma superfície padrão de papel de filtro Whatman n.º 1.

Após cada determinação, as folhas utilizadas tiveram seus contornos desenhados a lapis, no campo. Os moldes, decalcados em sua totalidade sobre o papel de filtro, foram depois cuidadosamente recortados e pesados.

Para o traçado dos moldes foi escolhido o papel de filtro Whatman n.º 1, por sua qualidade uniforme e peso constante por unidade de área. O peso de cada recorte, foi então relacionado com o peso médio (870,82 mg), de dez quadrados desse papel, cada um com 10 cm de lado (100 cm² de área).

Uma diferença, porém, de 8,8 mg (limites de 3,5 e 10,5 mg) foi verificada no peso médio da superfície padrão, inicialmente calculada em 862,02 mg, como é mostrado na Tabela 12.

TABELA 12 - Variação do peso de amostras de 100 cm² de papel de filtro Whatman n.º 1, em épocas diferentes de pesada

| Amostra n.º | Datas das pesadas | | Diferença de peso (mg) |
|----------------|---------------------|-----------------------|---------------------------|
| | 17 de julho de 1970 | 24 de outubro de 1971 | |
| 1 | 850,9 | 861,4 | 10,5 |
| 2 | 848,9 | 859,0 | 10,1 |
| 3 | 849,7 | 859,6 | 9,9 |
| 4 | 882,4 | 891,8 | 9,4 |
| 5 | 878,7 | 882,2 | 3,5 |
| 6 | 881,1 | 890,3 | 9,2 |
| 7 | 868,7 | 878,6 | 9,9 |
| 8 | 834,5 | 843,1 | 8,6 |
| 9 | 862,0 | 870,5 | 8,5 |
| 10 | 863,3 | 871,7 | 8,4 |
| Média | 862,0 | 870,8 | 8,8 |

Essa diferença, talvez devida ao estado higrométrico do papel, introduz na determinação do peso da superfície padrão um erro de quase 2% da média, como mostram as Tabelas 13 e 14.

TABELA 13 - Peso de quadrados de 100 cm² de papel de filtro Whatman n.º 1, em 17 de julho de 1970

| Amostra n.º | Peso (mg) | Desvio da média aritmética (\bar{x}) | Quadrados dos desvios (d^2) |
|-------------|-----------|--|---------------------------------|
| 1 | 850,9 | - 11,12 | 123,65 |
| 2 | 848,9 | - 13,12 | 172,13 |
| 3 | 849,7 | - 12,32 | 151,78 |
| 4 | 882,4 | + 20,38 | 415,34 |
| 5 | 878,7 | + 16,68 | 278,22 |
| 6 | 881,1 | + 19,68 | 387,30 |
| 7 | 868,7 | + 6,68 | 44,62 |
| 8 | 834,5 | - 27,52 | 757,35 |
| 9 | 862,0 | 0,00 | 0,00 |
| 10 | 863,3 | + 1,28 | 1,64 |

| | |
|---------------------|------------------------|
| $\Sigma x = 8620,2$ | $\Sigma d^2 = 2332,03$ |
| $\bar{x} = 862,02$ | $\sigma = 16,10$ |
| C. V. = 1,87% | |

σ = desvio padrão

TABELA 14 - Peso de quadrados de 100 cm² de papel de filtro Whatman n.º 1, em 24 de outubro de 1971

| Amostra nº | Peso (mg) | Desvio da média aritmética (\bar{x}) | Quadrados dos desvios (d^2) |
|------------|-----------|--|---------------------------------|
| 1 | 861,4 | - 9,42 | 88,74 |
| 2 | 859,0 | - 11,82 | 139,71 |
| 3 | 859,6 | - 11,22 | 125,89 |
| 4 | 891,8 | + 20,98 | 440,16 |
| 5 | 882,2 | + 11,38 | 129,50 |
| 6 | 890,3 | + 19,48 | 379,47 |
| 7 | 878,6 | + 7,78 | 60,53 |
| 8 | 843,1 | - 27,72 | 768,40 |
| 9 | 870,5 | - 0,32 | 0,10 |
| 10 | 871,7 | + 0,88 | 0,77 |

| | |
|----------------------|------------------------|
| $\Sigma x = 8708,20$ | $\Sigma d^2 = 2133,27$ |
| $\bar{x} = 870,82$ | $\sigma = 15,40$ |
| C. V. = 1,77% | |

σ = desvio padrão

A variação encontrada, embora estatisticamente muito pequena, representa porém 32% do valor médio da máxima perda de peso devida à transpiração total (27,5 mg/dm²/min), constatado em 15/3/71 no período das 14 às 15:30 horas, e 275% do valor médio da transpiração total mínima (3,2 mg/dm²/min), constatado na mesma data no período das 17 às 18 horas.

Pela razão acima exposta foram pesados ex novo, de uma vez só, em balança eletrônica de precisão Sartorius-Werke AG (Gottingen, Alemanha), todos os moldes de papel de filtro Whatman n.º 1. Os valores de transpiração e área foliar foram, então, recalculados e referidos ao peso médio de 870,8 mg.

4.3.4 - Fatores Fisiológicos

No aspecto fisiológico a presente investigação procurou a obtenção de dados referentes ao andamento diário da transpiração total, cuticular e relativa, déficits de saturação das folhas e velocidade do movimento hidroativo dos estômatos.

4.3.4.1 - Andamento diário da transpiração total

Para a medida da transpiração empregou-se o método das pesagens rápidas, utilizando uma balança de torção (Torsionswaage Jung, Heidelberg, Alemanha) com sensibilidade de 1 mg e carga máxima de 6,15 g.

A balança instalava-se à sombra, tão próxima dos cafeeiros estudados quanto era possível. Pequena mesa dobrável, própria para trabalhos de campo, facilitava a posição rápida e adequada do instrumento.

Para evitar perturbações devidas à variação da velocidade e direção do vento, a balança era protegida por uma caixa de vidro, com paredes laterais móveis que permitiam manter convenientemente ventilado o recinto,

entre pesadas sucessivas. No momento da pesagem, uma toalha, cobrindo a cabeça do operador, completava a proteção do lado anterior da caixa envidraçada, como geralmente tem procedido outros investigadores (e.g. FERRI, 1944; GRISI, 1971) e o próprio autor em trabalhos anteriores (REYES-ZUMETA e CAMARGO, 1971 a,b).

Um abrigo de madeira, existente à distância aproximada de 4 metros das plantas estudadas, permitia recolher rapidamente a mesa com toda a aparelhagem, na eventualidade de chuva súbita.

Para obter dados de transpiração, consistentes e comparáveis, adotou-se o critério de escolher as folhas do terceiro par, a partir da gema terminal, dos ramos plagiôtropos de posição homóloga nos três cafeeiros em estudo.

As folhas, escolhidas sempre da face leste da copa, eram destacadas e logo a seguir determinado seu peso inicial. Após permanecerem penduradas no braço da balança, durante um minuto exato, novo peso era determinado. Avaliava-se assim a grandeza da transpiração, em mg/min., em uma operação que nunca demandava mais do que 90 segundos.

A fim de operar sempre nesse breve lapso de tempo, as cautelas da técnica usada por CAMARGO, BARCHA e CASTRO (1966), para a retirada das folhas, foram também adotadas neste trabalho.

A observação do andamento diário da transpiração foi feita concomitantemente nos três cafeeiros, retirando uma folha de cada um, quase de maneira simultânea. Acompanhando a transpiração das três plantas, das 7 às 18 horas, obtinha-se o valor médio de transpiração total nos períodos considerados na data de cada experiência.

Os dados, inicialmente obtidos em mg/min, depois de reduzidos para uma superfície unitária de 100 cm^2 , foram utilizados para a representação gráfica do andamento diário da transpiração, sendo então os valores expressos em unidades absolutas ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$);

4.3.4.2 - Transpiração cuticular

As folhas do cafeeiro caracterizam-se pela ausência de estômatos na face superior, sendo na inferior numerosos e com uma ou duas células anexas (SAMPAIO, 1927). De conformidade com DEDECCA (1957) a estrutura dos estômatos do cafeeiro e tipicamente rubiácea, são acompanhados por duas células anexas e acham-se situados no mesmo nível das células epidérmicas. Ao que tudo indica, aponta WELLMAN (1961), todas as espécies possuem estômatos apenas na face inferior da folha.

Tratando-se, pois, de folha hipostomática, com ausência de estômatos na face adaxial, para a determinação dos valores de transpiração cuticular, empregou-se o método clássico de vaselinar a face abaxial (estomática) que, aliás, já foi também usado por RAWITSCHER (1942) e por RAWITSCHER e FERRI (1942), na observação da transpiração cuticular de Coffea arabica.

Para cada ponto da curva do andamento diário da transpiração total, determinou-se o valor da transpiração cuticular de uma folha de café, a qual, tendo a sua epiderme abaxial vaselinada era pesada, minuto a minuto, durante o intervalo de 5 minutos que ela permanecia dependurada no braço da balança.

Os valores assim obtidos, levando em conta agora apenas metade da área foliar, eram depois expressos em $\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$, fazendo-os comparáveis com os de transpiração total e estomatar.

4.3.4.3 " Transpiração relativa

Os dados de transpiração relativa foram obtidos através do cálculo simples que relaciona, percentualmente, os valores de transpiração total e evaporação:

$$\text{Transpiração relativa} = \frac{\text{Transpiração total}}{\text{Evaporação}} \times 100$$

isto é, a transpiração total (estomatar + cuticular) expressa em percentagem da evaporação livre (T/E x 100).

Utilizou-se no cálculo o valor médio da transpiração total de três folhas, em cada período do dia. O dado de evaporação correspondeu à média deduzida das leituras do evaporímetro de Piche, no mesmo intervalo considerado para a transpiração.

4.3.4.4 - Déficits de saturação das folhas

Foram determinados pelo índice de STOCKER (1929), i.e., a expressão do déficit hídrico ("Wasserdefizit") em percentagem do quociente resultante entre a diferença, do valor de saturação com água menos o valor do teor de água ("Wassersättigung" - "Wassergehalt"), dividida pelo valor de saturação com água ("Wassersättigung").

Fórmula que, desde os trabalhos de FERRI (1955), tem sido usada no Brasil em estudos do balanço hídrico de plantas silvestres e cultivadas, e amplamente divulgada da seguinte maneira:

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

onde,

D. S. = déficit de saturação foliar em %.

Como a diferença entre o peso saturado e o peso seco indica o conteúdo máximo de água; e o conteúdo real de água da folha, no momento de ser destacada, é a diferença entre o peso fresco e o peso seco (cf. FERRI, l.c., p. 63), o déficit de saturação pode ser também expresso da forma seguinte:

$$\text{Déficit de saturação} = \frac{\text{Peso saturado} - \text{Peso fresco}}{\text{Peso saturado} - \text{Peso seco}} \times 100$$

Para a obtenção dos dados, as mesmas folhas colhidas para a observação do andamento diário da transpiração total, eram transferidas para uma câmara de saturação do tipo descrito por OLIVEIRA e LABOURIAU (1961).

Com algumas variantes, o procedimento para determinar os déficits de saturação das folhas foi, de modo geral, o mesmo seguido por CAMARGO *et al.* (1966) e VELARDE (1969), no estudo do balanço hídrico de Spathodea nilotica e Citrus sinensis, respectivamente.

A variante essencial residia no fato de executar um segundo corte dos pecíolos, agora sob água e não livres ao ar, antes da rápida transferência das folhas para a câmara, onde permaneciam com seus pecíolos imersos na água, até saturação completa.

Precauções foram tomadas para garantir a identificação, sem possibilidade de erro, não só das próprias folhas mas também dos respectivos segmentos de seus pecíolos, nas determinações posteriores do peso saturado e peso seco.

Com esses três elementos: a) "peso fresco", peso inicial da folha destacada para a medida da transpiração total ; b) "peso saturado", peso da mesma folha após saturação completa em câmara úmida ; c) "peso seco", peso da folha saturada após secagem em estufa elétrica a 70 - 80 °C

até peso constante; calculava-se o déficit de saturação das folhas pelo índice de Stocker.

Com os valores calculados, construíram-se as curvas de déficit de saturação, cujo traçado correspondia ao de andamento diário da transpiração total; permitindo comparar, ponto por ponto, os valores atingidos nos diferentes períodos do dia de cada experiência.

4.3.4.5 - Movimento hidroativo dos estômatos

Para cada ponto da curva do andamento diário da transpiração total, foi construída também a curva representativa do movimento hidroativo dos estômatos de uma folha de café.

A folha, logo depois de destacada, era colocada e pesada na balança. Esta operação era realizada dentro do intervalo de 30 segundos. De terminado seu peso inicial nessa primeira pesagem, era sucessivamente pesada cada 60 segundos, até obtenção de valores quase constantes de perda de peso. A estabilização de valores era atingida em lapso de tempo não maior do que 15 minutos.

Fixado então o intervalo de 15 minutos, para todas as determinações, os dados inicialmente obtidos em mg/min, foram representados por histogramas sobre um sistema de coordenadas que, por analogia, colocaram-se sobre a curva do andamento diário da transpiração total, na faixa correspondente a cada período do dia.

No gráfico, os valores médios de cada três pesadas consecutivas, calculados para a área de 100 cm^2 , foram levados ao eixo das ordenadas, representando a perda média de peso por transpiração e por minuto, ocorrida em cada intervalo de três minutos. Nas abscissas representou-se o tempo, em minutos.

4.3.5 - Análise Estatística

Os dados obtidos de área (cm^2), peso seco (mg), transpiração total ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$) e déficit de saturação das folhas (% do conteúdo máximo de água) foram processados estatisticamente, mediante aplicação da análise da variância.

Para os efeitos de cálculo, na análise estatística os cafeeiros foram considerados como parcelas. Cada cafeeiro, teve seu andamento diário da transpiração estudado em 7 datas diferentes da estação chuvosa, considerando-se cada data como um experimento e cada planta como uma repetição.

Em cada experimento, as observações foram feitas em 7 períodos sucessivos do dia, sendo que em cada período do dia era obtido um valor médio de transpiração, resultante das determinações de três folhas, retiradas cada uma de um cafeeiro diferente.

As médias das três determinações, feitas em cada período do dia, consideraram-se como subparcelas. Logo, cada planta esteve representada por 49 dados, para cada caráter analisado.

Os dados colhidos para cada caráter, apresentados no Apêndice, puderam ser organizados conforme mostra esquematicamente o quadro que se encontra na pág. 46).

Para cada um dos quatro fatores estudados, seguiu-se um modelo ou esquema em parcelas subdivididas de análise da variância (cf. STEEL e TORRIE, 1960), apresentado a seguir na pág. 47.

| Datas | Amos- tra | Períodos do dia | | | | | | |
|------------|--------------|------------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | | 7:00/ 8:00 | 8:00/ 9:30 | 9:30/ 11:00 | 11:00/ 12:30 | 12:30/ 14:00 | 14:00/ 15:30 | 15:30/ 17:00 |
| 23 Dez. 70 | a | X _{a11} | . | . | . | . | . | . |
| | b | X _{b11} | . | . | . | . | . | . |
| | c | X _{c11} | . | . | . | . | . | . |
| 16 Jan. 71 | a | . | . | . | . | . | . | . |
| | b | . | . | . | . | . | . | . |
| | c | . | . | . | . | . | . | . |
| 31 Jan. 71 | a | . | . | . | . | . | . | . |
| | b | . | . | . | . | . | . | . |
| | c | . | . | . | . | . | . | . |
| 14 Fev. 71 | a | . | . | . | . | . | . | . |
| | b | . | . | . | . | . | . | . |
| | c | . | . | . | . | . | . | . |
| 15 Mar. 71 | a | . | . | . | . | . | . | . |
| | b | . | . | . | . | . | . | . |
| | c | . | . | . | . | . | . | . |
| 29 Mar. 71 | a | . | . | . | . | . | . | . |
| | b | . | . | . | . | . | . | . |
| | c | . | . | . | . | . | . | . |
| 18 Abr. 71 | a | . | . | . | . | . | . | X _{a77} |
| | b | . | . | . | . | . | . | X _{b77} |
| | c | . | . | . | . | . | . | X _{c77} |

(Esquema da organização dos dados utilizados na análise estatística.
Explicações no texto, vide pág. 45).

| Causa de variação | G. L. |
|----------------------------|-------|
| Plantas (P) | 2 |
| Períodos do dia (H) | 6 |
| Datas dos experimentos (E) | 6 |
| H x E | 36 |
| P x H | 12 |
| P x E | 12 |
| P x H x E | 72 |
| Interações com P | 96 |
| Total | 146 |

As interações P x H , P x E e P x H x E foram reunidas em um so quadrado médio, que foi utilizado como resíduo sempre que os quadrados médios P x H e P x E não revelaram significância. Com isto, procurava-se obter maior precisão nos testes F . Para o limite convencional de 1 % , a significância de F foi testada por interpolação na tabela de teta-teste de limites unilaterais das distribuições de Fisher (BRIEGER, 1946). As médias correspondentes às datas e períodos foram comparadas pelo teste de Duncan (cf. PIMENTEL GOMES, 1970).

Além disso, foi feito um estudo de regressão para investigar a possível relação entre a transpiração total e os fatores microclimáticos: (a) intensidade luminosa, (b) temperatura e (c) umidade relativa do ar.

O estudo da regressão foi iniciado com a confecção de diagramas de pontos, a fim de ter uma idéia do grau de associação entre os fatores a serem analisados (CALZADA, 1964). Tendo esses gráficos revelado a existência de uma linearidade, adotou-se um modelo linear para relacionar, separadamente, a variável dependente Y (transpiração total, em $\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$) com cada uma das variáveis independentes X_1 (intensidade luminosa, em $\text{lux} \cdot 10^3$), X_2 (temperatura, em $^{\circ}\text{C}$) e X_3 (umidade relativa do ar, em %).

Pela aplicação do programa n.º 132 de um computador eletrônico de mesa (British Olivetti Ltd., "Programma 101"), efetuou-se o cálculo dos parâmetros a e b da linha de regressão, entre as duas variáveis Y e X , a qual foi representada por uma equação da forma:

$$Y = a + b X$$

Através da mesma programação, computou-se também o coeficiente de correlação linear (r) entre Y e cada uma das variáveis X .

Admitindo uma interdependência entre a intensidade luminosa, a temperatura e a umidade relativa do ar, calculou-se ademais uma regressão múltipla (cf. STEEL e TORRIE, loc. cit.), considerando a transpiração total como variável dependente (Y) e como independente (X) os fatores microclimáticos mencionados, a qual foi representada por uma equação da forma:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3$$

calculada através do sistema de computação eletrônica "IBM 1130", da Unidade de Processamento de Dados da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Departamento de Matemática e Estatística, Piracicaba, SP.

5 - RESULTADOS EXPERIMENTAIS

5.1 - FATORES AMBIENTAIS

Apresentam-se a seguir, os resultados das observações do andamento diário da temperatura, expressa em graus centígrados ($^{\circ}\text{C}$); da umidade relativa do ar, em percentagem (%); do poder evaporante do ar, em miligramas por decímetro quadrado e por minuto ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$); da velocidade do vento, em metros por segundo (m/s); da direção do vento, em percentagem da frequência dos ventos predominantes (%); da pressão do vapor, em milímetros de mercúrio (mm Hg); da intensidade luminosa, em lux ($\times 1000$); e da umidade do solo, em percentagem do peso seco (%).

Os dados apresentados, colhidos entre 23 de dezembro de 1970 e 18 de abril de 1971, são representativos de 120 dias da estação das chuvas, e sua coleta foi realizada em intervalo médio de 17 dias, aproximadamente.

5.1.1 - Andamento Diário dos Fatores Microclimáticos

Ao todo, foram feitas sete observações sobre o andamento diário da temperatura, umidade relativa, evaporação, luminosidade, pressão do vapor, direção e velocidade do vento.

Nas Tabelas 15 a 21 são expostos os dados, e nas Figuras 3 a 9 apresentam-se os gráficos representativos do andamento diário desses fatores; exceto os de pressão do vapor, representados mais adiante junto aos dos fatores fisiológicos. Por considerá-la desnecessária, omite-se a descrição pormenorizada de cada um destes gráficos, apenas se fazendo referência às características mais gerais, observadas no andamento diário dos fatores microclimáticos, na data de cada experiência.

5.1.1.1 - Temperatura à sombra

De um modo geral, na época chuvosa e quente em que as observações foram feitas, as curvas do andamento diário da temperatura apresentam valores

iniciais ao redor de 21 °C, oscilando entre 24 °C (23/12/70 e 31/1/71, Figs. 3 e 5) e 18 °C (29/3/71 e 18/4/71, Figs. 8 e 9), subindo progressivamente até um máximo em torno de 33 °C e oscilando entre 37 °C (23/12/70, Fig. 3) e 30 °C (29/3/71, Fig. 8). As temperaturas máximas, registradas sempre no período da tarde, entre o meio dia (31/1/71, Fig. 5) e as 16 horas (16/1/71 e 14/2/71, Figs. 4 e 6), atingiram todavia quedas de 9 °C (31/1/71, Fig. 5) até o por do sol, que normalmente ocorreu após as 18 horas, na época das presentes observações.

5.1.1.2 - Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar apresentou valores tabulares iniciais em torno de 90%, havendo dias (29/3/71 e 18/4/71, Figs. 8 e 9), no fim da estação chuvosa, em que esses valores foram de 100%, às 7 horas da manhã, decrescendo rapidamente para valores ao redor de 31% e ainda menores, próximo das 16 horas, quando atingiu seu valor mínimo (20%), em 16/1/71 (Fig. 4). A partir de então, elevam-se com relativa rapidez, apresentando algumas oscilações, mas sem atingir nunca a marca dos 70% antes do por do sol. Em alguns dias, as condições de umidade foram mais elevadas, oscilando entre 50% a 90% (31/1/71, Fig. 5) e 42% a 89% (14/2/71, Fig. 6). Em outros, as variações foram quase regulares (16/1/71 e 18/4/71, Figs. 4 e 9); ou **extremamente irregulares** (31/1/71, Fig. 5), observando-se numerosas oscilações.

5.1.1.3 - Evaporação

Os valores de evaporação, nas primeiras horas da manhã, até as 10 horas aproximadamente, apresentam-se relativamente baixos: 6,2% a 33,2% dos mais elevados, e 11,1% do máximo observado (237,9 mg/dm²/min) em 23/12/70 (Fig. 3), às 12:30 horas. A partir das 10 horas da manhã e, em geral, até o fim da tarde, os valores apresentaram oscilações não só numerosas como amplas, no decorrer do dia. Na maioria dos casos, porém, a tendência foi a diminuição ou

estabilização dos valores depois das 17 horas, após atingir às vezes vários máximos de evaporação (16/1/71 e 14/2/71 , Figs. 4 e 6), depois do meio dia. Em alguns dias (15/3/71 , Fig. 7), a elevação dos valores foi marcadamente regular, em intervalos de tempo quase fixos e aumentos graduais até às 15:30 horas.

5.1.1.4 - Luminosidade

Na época chuvosa destas observações, a luminosidade atingiu valores tão elevados que, invariavelmente, ultrapassaram os 100 000 lux entre as 9 e 11 horas da manhã. A partir desse horário, porém, caíram progressivamente, quase sem oscilações, até valores sempre inferiores a 5 000 lux. Mesmo nos dias mais luminosos 23/12/70 e 16/1/71 (Figs. 3 e 4), com intensidades iniciais de 80 000 e 83 000 lux, respectivamente, às 7 horas da manhã; os valores no fim da tarde, às 18 horas, não foram além de 4 400 lux. Houve dias (31/1/71 , Fig. 5), em que a luminosidade oscilou sensivelmente. Em outros, apesar da elevada intensidade luminosa registrada no período mencionado, os valores iniciais não ultrapassaram os 50 000 lux, terminando o andamento diário em condições nulas (zero) de luminosidade (18/4/71 , Fig. 9) apenas com a luz difusa, portanto.

5.1.1.5 - Velocidade e direção do vento

Em geral, a velocidade do vento esteve caracterizada pela oscilação dos valores, a qual foi mais sensível depois do meio dia. Em alguns dias (16/1/71 e 15/3/71 , Figs. 4 e 7), as maiores oscilações ocorreram no período da manhã; em outros, durante a tarde (31/1/71 , Fig. 5) ou durante o dia todo (14/2/71 , Fig. 6). Na maioria das observações, porém, os valores oscilaram entre 0,5 e 1,5 m/s , i.e., vento débil (força 1 da escala Beaufort) que apenas chega a agitar as folhas.

Em 16/1/71 (Fig. 4), às 10 horas da manhã, registrou-se a velocidade do vento mais elevada (3,3 m/s) de todo o período experimental, i.e., vento moderado (força 2 da escala mencionada) capaz de agitar pequenos ramos.

Nas datas das observações, uma certa tendência da direção dos ventos foi observada conforme o período do dia. Ventos do NE e NW, predominaram durante a manhã. Ventos do 3.^o e 4.^o quadrantes, durante a tarde. Em alguns dias (29/3/71, Fig. 8), os ventos tiveram direção variável o dia todo. Em outros, a direção predominante foi SE quase todo o dia (16/1/71, Fig. 4) ou WNW (14/2/71, Fig. 6) ou muito pouco variáveis (18/4/71, Fig. 9), soprando quase constantemente do 4.^o quadrante, em direção WSW e WNW.

5.1.1.6 - Pressão do vapor

A pressão do vapor mostrou índices iniciais entre 15 e 20 mm Hg, na época quente e úmida abrangida nesta pesquisa. Mais elevados no período da manhã, entre as 9:30 e 12 horas, atingiram seus valores mínimos geralmente por volta das 16 horas, a partir de então elevando-se até alcançar, no fim da tarde, quase os valores iniciais do dia (veja Figs. 10 a 16).

5.1.2 - Andamento Diário da Umidade do Solo

Os dados do conteúdo de água, em % do peso seco, do solo explorado pelas raízes dos cafeeiros estudados, são expostos na Tabela 22 e representados nas Figs. 3 a 9 .

Os valores mais elevados (até 30%) foram encontrados na faixa de 20 - 30 cm de profundidade, geralmente observados no período da manhã. Os mais baixos nunca foram inferiores a 15%.

Escassas variações (entre 1 e 2%) foram encontradas nas faixas de 0 - 10 e 10 - 20 cm. A maior variação (5,7%), entre a camada mais superficial do solo (0 - 10 cm) e a mais profunda atingida na amostragem (20 - 30 cm), foi encontrada em 23/12/70 (Fig. 3) no período das 8:30 às 10 horas da manhã.

Em alguns dias (29/3/71 e 18/4/71, Figs. 7 e 9), no fim da estação chuvosa, quase não houve variações (às vezes menos de 1%) entre as amostras retiradas das três camadas do solo, mantendo-se a umidade uniforme às três profundidades, durante todo o andamento diário.

TABELA 15 - Condições microclimáticas do andamento diário da transpiração de Coffea arabica L. cv. Mundo Novo, a 23/12/70, em Piracicaba, SP.

| HS | TP | PV | UR | EV | LX | DV | VV | BF |
|-------|------|------|------|-------|-------|----|-----|----|
| 7:00 | 24 | 20,0 | 90,2 | - | 80 | - | - | - |
| 7:30 | 24,4 | 19,6 | 86,4 | 26,4 | 87 | 08 | 0,8 | 1 |
| 8:00 | 26 | 20,3 | 81,4 | 52,8 | 98 | 04 | 0,8 | 1 |
| 8:30 | 26,6 | 20,7 | 80,1 | 26,4 | 100 | 06 | 0,7 | 1 |
| 9:00 | 28 | 20,8 | 74,0 | 26,4 | > 100 | 30 | 0,6 | 1 |
| 9:30 | 29 | 22,2 | 74,6 | 26,4 | > 100 | 22 | 0,4 | 1 |
| 10:00 | 30,2 | 21,6 | 67,8 | 52,8 | > 100 | 06 | 0,9 | 1 |
| 10:30 | 31 | 20,4 | 61,2 | 79,3 | > 100 | 04 | 0,8 | 1 |
| 11:00 | 31,4 | 17,7 | 51,9 | 52,8 | > 100 | 24 | 0,8 | 1 |
| 11:30 | 33 | 19,5 | 52,3 | 52,8 | 99 | 04 | 1,0 | 1 |
| 12:00 | 36,2 | 18,0 | 40,3 | 105,7 | 95 | 26 | 1,4 | 1 |
| 12:30 | 37 | 17,3 | 37,0 | 237,9 | 92 | 28 | 1,0 | 1 |
| 13:00 | 37 | 12,5 | 26,8 | 26,4 | 80 | 22 | 1,1 | 1 |
| 13:30 | 36 | 18,2 | 41,4 | 158,6 | 73 | 26 | 1,1 | 1 |
| 14:00 | 36,2 | 20,5 | 45,9 | 39,7 | 22 | 28 | 1,6 | 1 |
| 14:30 | 35 | 21,6 | 51,6 | 105,7 | 40 | 24 | 1,0 | 1 |
| 15:00 | 36,2 | 20,5 | 45,9 | 79,3 | 30 | 24 | 1,4 | 1 |
| 15:30 | 36,4 | 17,9 | 39,6 | 79,3 | 15 | 26 | 0,7 | 1 |
| 16:00 | 36,2 | 15,5 | 34,7 | 79,3 | 11 | 24 | 0,9 | 1 |
| 16:30 | 36 | 20,7 | 46,8 | 158,6 | 10 | 28 | 1,3 | 1 |
| 17:00 | 36 | 17,7 | 40,0 | 158,6 | 5 | 24 | 0,8 | 1 |
| 17:30 | 35 | 19,1 | 45,6 | 52,8 | 5,0 | 26 | 0,7 | 1 |
| 18:00 | 32,2 | 16,5 | 46,2 | 79,3 | 4,4 | 22 | 0,9 | 1 |

HS = Horas do dia

TP = Temperatura do ar ($^{\circ}$ C)

PV = Pressão do vapor (mm Hg)

UR = Umidade relativa (%). Valor tabular

EV = Evaporação ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$)

LX = Luminosidade ($\text{lux} \cdot 10^3$)

DV = Direção do vento

VV = Velocidade do vento (m/s)

BF = Escala de vento Beaufort

FIGURA 3 - Andamento diário da umidade do solo e dos fatores microclimáticos da marcha diária da transpiração do café (Coffea arabica L. cv. Mundo Novo), cultivado ao sol, na estação das chuvas, a 23/12/70, em Piracicaba, SP.










-  Temperatura à sombra ($^{\circ}\text{C}$)
-  Poder evaporante do ar ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$)
-  Umidade relativa do ar (%)
-  Velocidade do vento (m/s)
-  Intensidade luminosa ($\text{lux} \cdot 10^3$)
-  Umidade do solo (% do peso seco), 0 - 10 cm
-  Umidade do solo (% do peso seco), 10 - 20 cm
-  Umidade do solo (% do peso seco), 20 - 30 cm
-  Direção do vento (% da frequência)

FIG. 3

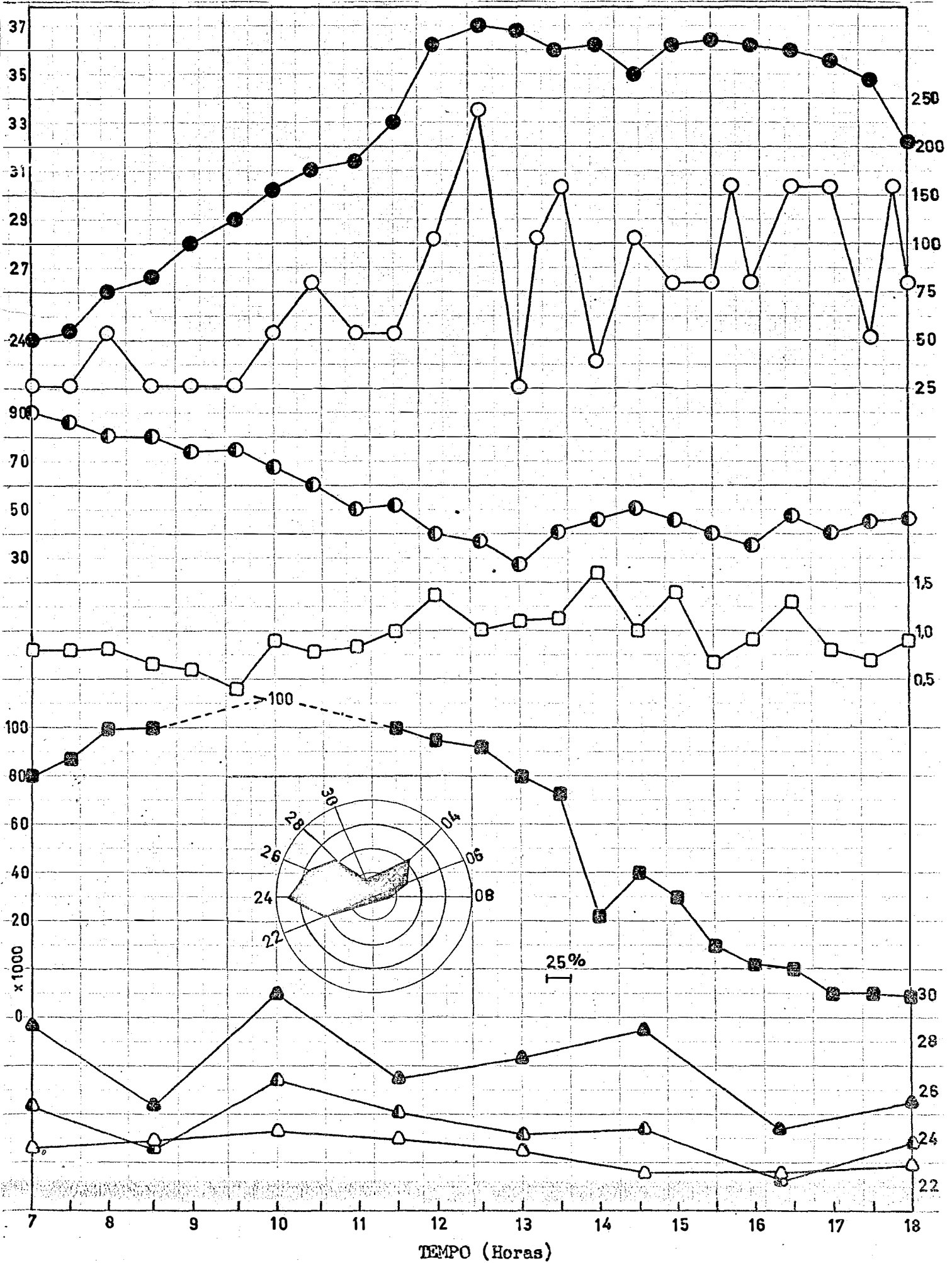


TABELA 16 - Condições microclimáticas do andamento diário da transpiração de Coffea arabica L. cv. Mundo Novo, a 16/1/71, em Piracicaba, SP.

| HS | TP | PV | UR | EV | LX | DV | VV | BF |
|-------|------|------|------|-------|-------|----|-----|----|
| 7:00 | 19 | 14,4 | 88,3 | - | 83 | - | - | - |
| 7:30 | 21 | 13,4 | 85,2 | 26,4 | 91 | 14 | 1,0 | 1 |
| 8:00 | 22 | 12,9 | 65,7 | 26,4 | 97 | 14 | 1,7 | 2 |
| 8:30 | 23 | 12,7 | 60,8 | 26,4 | > 100 | 12 | 2,2 | 2 |
| 9:00 | 24 | 13,7 | 61,8 | 52,8 | > 100 | 16 | 2,0 | 2 |
| 9:30 | 25 | 10,9 | 46,3 | 52,8 | > 100 | 22 | 0,9 | 1 |
| 10:00 | 26 | 11,9 | 47,7 | 79,3 | > 100 | 16 | 3,3 | 2 |
| 10:30 | 27,2 | 11,2 | 41,8 | 52,8 | > 100 | 16 | 1,7 | 2 |
| 11:00 | 27,6 | 12,2 | 40,9 | 52,8 | > 100 | 22 | 1,3 | 1 |
| 11:30 | 28 | 11,6 | 41,3 | 79,3 | 98 | 20 | 1,5 | 1 |
| 12:00 | 29 | 11,6 | 39,0 | 79,3 | 94 | 24 | 1,4 | 1 |
| 12:30 | 29 | 11,2 | 37,6 | 52,8 | 86 | 20 | 1,4 | 1 |
| 13:00 | 29 | 9,2 | 30,9 | 105,7 | 80 | 20 | 1,5 | 1 |
| 13:30 | 29 | 9,6 | 32,3 | 79,3 | 63 | 12 | 1,3 | 1 |
| 14:00 | 29 | 9,9 | 33,3 | 79,3 | 51 | 14 | 1,2 | 1 |
| 14:30 | 29 | 8,7 | 29,2 | 79,3 | 42 | 08 | 1,3 | 1 |
| 15:00 | 29 | 8,4 | 28,2 | 105,7 | 25 | 12 | 1,0 | 1 |
| 15:30 | 29 | 8,0 | 26,9 | 79,3 | 20 | 16 | 1,0 | 1 |
| 16:00 | 30 | 6,3 | 20,0 | 79,3 | 12 | 12 | 1,2 | 1 |
| 16:30 | 29 | 7,6 | 25,5 | 105,7 | 8,5 | 14 | 1,2 | 1 |
| 17:00 | 29 | 7,2 | 24,2 | 105,7 | 5,1 | 16 | 1,0 | 1 |
| 17:30 | 28 | 8,1 | 28,8 | 79,3 | 4,0 | 20 | 1,2 | 1 |
| 18:00 | 27 | 9,0 | 34,0 | 79,3 | 3,4 | 14 | 1,2 | 1 |

HS = Horas do dia

TP = Temperatura do ar (°C)

PV = Pressão do vapor (mm Hg)

UR = Umidade relativa (%). Valor tabular

EV = Evaporação (mg/dm²/min)

LX = Luminosidade (lux · 10³)

DV = Direção do vento

VV = Velocidade do vento (m/s)

BF = Escala de vento Beaufort

FIGURA 4 - Andamento diário da umidade do solo e dos fatores microclimáticos da marcha diária da transpiração do cafeeiro (Coffea arabica L. cv. Mundo Novo), cultivado ao sol, na estação das chuvas, a 16/01/71, em Piracicaba, SP.










-  Temperatura à sombra ($^{\circ}\text{C}$)
-  Poder evaporante do ar ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$)
-  Umidade relativa do ar (%)
-  Velocidade do vento (m/s)
-  Intensidade luminosa ($\text{lux} \cdot 10^3$)
-  Umidade do solo (% do peso seco), 0 - 10 cm
-  Umidade do solo (% do peso seco), 10 - 20 cm
-  Umidade do solo (% do peso seco), 20 - 30 cm
-  Direção do vento (% da frequência)

FIG. 4

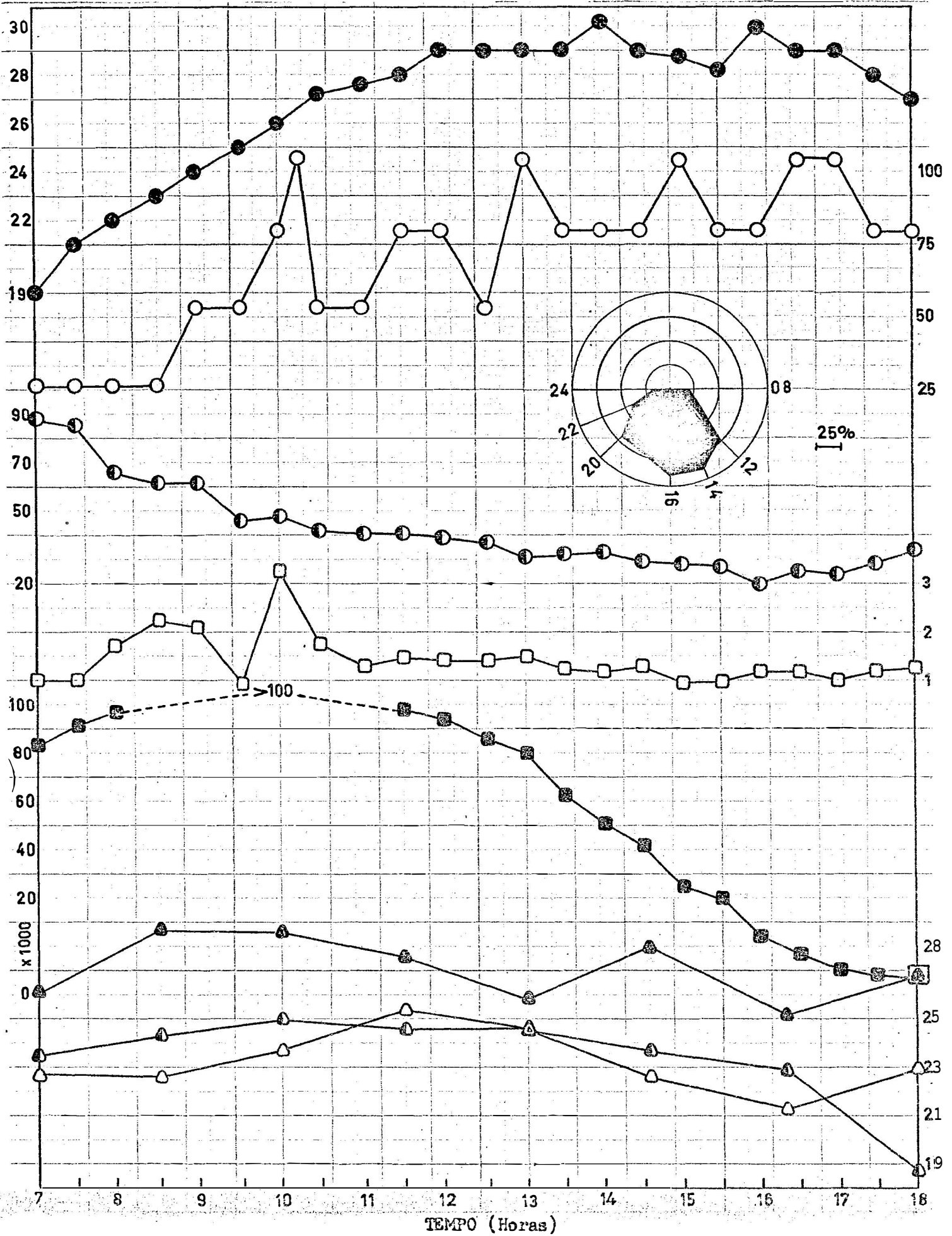


TABELA 17- Condições microclimáticas do andamento diário da transpiração de *Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo, a 31/1/71, em Piracicaba, SP.

| HS | TP | PV | UR | EV | LX | DV | VV | BF |
|-------|------|------|------|------|-------|----|-----|----|
| 7:30 | 24 | 20,0 | 90,2 | 26,4 | 70 | - | - | - |
| 8:00 | 24 | 17,8 | 80,3 | 26,4 | 40 | 02 | 0,1 | 0 |
| 8:30 | 24 | 17,8 | 80,3 | 26,4 | 47 | 06 | 0,3 | 1 |
| 9:00 | 26 | 20,3 | 81,4 | 26,4 | 92 | 08 | 0,9 | 0 |
| 9:30 | 27 | 20,3 | 76,7 | 26,4 | 79 | 08 | 0,7 | 1 |
| 10:00 | 29 | 19,9 | 66,9 | 26,4 | > 100 | 24 | 0,4 | 1 |
| 10:30 | 31 | 20,4 | 61,2 | 52,8 | > 100 | 06 | 0,9 | 1 |
| 11:00 | 32 | 20,0 | 56,6 | 52,8 | > 100 | 04 | 0,9 | 1 |
| 11:30 | 32 | 20,9 | 59,1 | 26,4 | 48 | 04 | 1,1 | 1 |
| 12:00 | 35 | 22,2 | 53,1 | 79,3 | > 100 | 02 | 1,1 | 1 |
| 12:30 | 34 | 22,0 | 55,7 | 26,4 | 84 | 02 | 1,4 | 1 |
| 13:00 | 34 | 20,0 | 50,6 | 52,8 | 70 | 04 | 0,9 | 1 |
| 13:30 | 33 | 20,4 | 54,7 | 52,8 | 22 | 28 | 0,8 | 1 |
| 14:00 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 14:30 | 27 | 19,4 | 73,3 | 13,2 | 18 | 24 | 1,3 | 1 |
| 15:00 | 26 | 13,9 | 55,7 | 52,8 | 12 | 22 | 1,4 | 1 |
| 15:30 | 26,6 | 15,4 | 59,6 | 26,4 | 10 | 24 | 1,6 | 1 |
| 16:00 | 28 | 18,5 | 65,9 | 26,4 | 18 | 30 | 0,4 | 1 |
| 16:30 | 29 | 16,2 | 54,4 | 52,8 | 25 | 06 | 0,7 | 1 |
| 17:00 | 27 | 15,1 | 57,1 | 52,8 | 18 | 08 | 2,9 | 2 |
| 17:30 | 27 | 15,1 | 57,1 | 79,3 | 9 | 08 | 2,7 | 2 |
| 18:00 | 26 | 16,0 | 64,2 | 52,8 | 6,2 | 06 | 1,7 | 2 |
| 18:30 | 26 | 16,5 | 66,2 | 26,4 | 4 | 08 | 0,6 | 1 |

HS = Horas do dia

TP = Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)

PV = Pressão do vapor (mm Hg)

UR = Umidade relativa (%). Valor Tabular

EV = Evaporação ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$)

LX = Luminosidade ($\text{lux} \cdot 10^3$)

DV = Direção do vento

VV = Velocidade do vento (m/s)

BF = Escala de vento Beaufort

FIGURA 5 - Andamento diário da umidade do solo e dos fatores microclimáticos da marcha diária da transpiração do cafeeiro (Coffea arabica L. cv. Mundo Novo), cultivado ao sol, na estação das chuvas, a 31/01/71, em Piracicaba, SP.










-  Temperatura à sombra ($^{\circ}\text{C}$)
-  Poder evaporante do ar ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$)
-  Umidade relativa do ar (%)
-  Velocidade do vento (m/s)
-  Intensidade luminosa ($\text{lux} \cdot 10^3$)
-  Umidade do solo (% do peso seco), 0 - 10 cm
-  Umidade do solo (% do peso seco), 10 - 20 cm
-  Umidade do solo (% do peso seco), 20 - 30 cm
-  Direção do vento (% da frequência)

FIG. 5

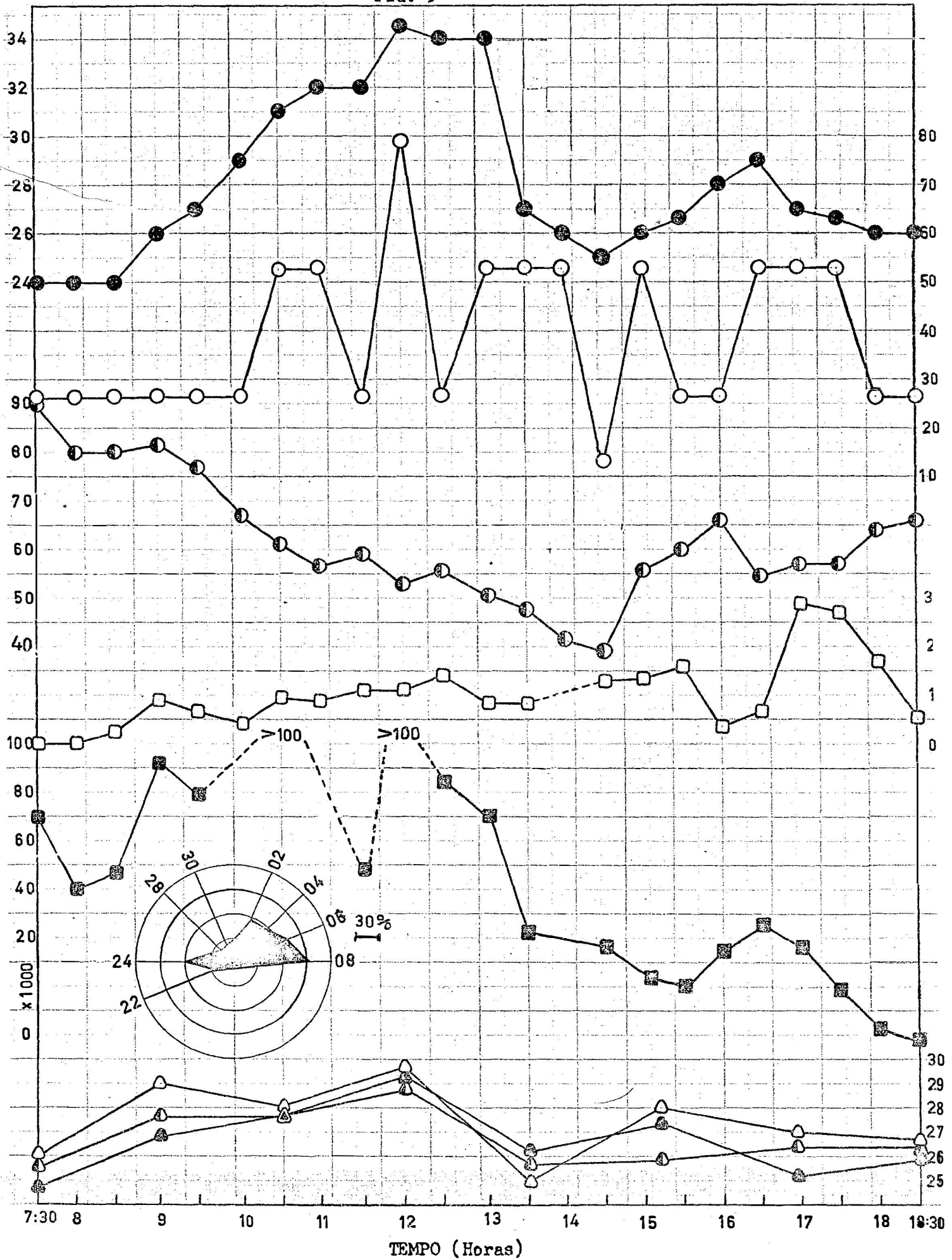


TABELA 18 - Condições microclimáticas do andamento diário da transpiração de Coffea arabica L. cv. Mundo Novo, a 14/2/71, em Piracicaba, SP.

| HS | TP | PV | UR | EV | LX | DV | VV | BF |
|-------|------|------|------|------|-------|----|-----|----|
| 7:00 | 23 | 18,7 | 89,6 | - | 40 | - | - | - |
| 7:30 | 23,6 | 19,8 | 91,5 | 0,0 | 72 | 22 | 0,1 | 0 |
| 8:00 | 25 | 19,4 | 82,5 | 13,2 | 89 | 24 | 0,1 | 0 |
| 8:30 | 26 | 18,6 | 74,6 | 8,8 | > 100 | 28 | 0,8 | 1 |
| 9:00 | 26 | 20,3 | 81,4 | 26,4 | 98 | 22 | 1,8 | 2 |
| 9:30 | 29 | 19,9 | 66,9 | 26,4 | > 100 | 24 | 1,6 | 2 |
| 10:00 | 28 | 20,3 | 72,3 | 26,4 | 30 | 22 | 1,1 | 1 |
| 10:30 | 30,2 | 21,1 | 66,3 | 52,8 | > 100 | 32 | 1,0 | 1 |
| 11:00 | 30 | 20,4 | 64,7 | 26,4 | > 100 | 30 | 0,7 | 1 |
| 11:30 | 30,4 | 18,1 | 56,1 | 26,4 | 100 | 20 | 0,8 | 1 |
| 12:00 | 33 | 21,0 | 56,3 | 52,8 | 99 | 06 | 1,0 | 1 |
| 12:30 | 32 | 18,5 | 52,4 | 52,8 | 90 | 08 | 1,4 | 1 |
| 13:00 | 33 | 18,5 | 49,6 | 52,8 | 80 | 06 | 0,9 | 1 |
| 13:30 | 32 | 17,1 | 48,4 | 26,4 | 58 | 10 | 0,8 | 1 |
| 14:00 | 33 | 18,5 | 49,6 | 79,3 | 45 | 26 | 1,4 | 1 |
| 14:30 | 33 | 16,2 | 43,4 | 79,3 | 41 | 22 | 0,9 | 1 |
| 15:00 | 33,2 | 16,0 | 42,4 | 52,8 | 32 | 06 | 0,8 | 1 |
| 15:30 | 33,2 | 17,0 | 47,6 | 52,8 | 28 | 08 | 0,9 | 1 |
| 16:00 | 34,4 | 19,7 | 48,7 | 52,8 | 19 | 28 | 0,6 | 1 |
| 16:30 | 34 | 20,0 | 50,6 | 79,3 | 5,8 | 24 | 1,0 | 1 |
| 17:00 | 34 | 17,6 | 44,5 | 52,8 | 4,3 | 24 | 0,7 | 1 |
| 17:30 | 33 | 21,0 | 56,3 | 52,8 | 3,1 | 26 | 0,8 | 1 |
| 18:00 | 31 | 22,3 | 66,9 | 52,8 | 2,1 | 24 | 0,9 | 1 |

HS = Horas do dia

TP = Temperatura do ar ($^{\circ}$ C)

PV = Pressão do vapor (mm Hg)

UR = Umidade relativa (%). Valor tabular

EV = Evaporação ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$)

LX = Luminosidade ($\text{lux} \cdot 10^3$)

DV = Direção do vento

VV = Velocidade do vento (m/s)

BF = Escala de vento Beaufort

FIGURA 6 - Andamento diário da umidade do solo e dos fatores microclimáticos da marcha diária da transpiração do cafeeiro (Coffea arabica L. cv. Mundo Novo), cultivado ao sol, na estação das chuvas, a 14/02/71, em Piracicaba, SP.










-  Temperatura à sombra ($^{\circ}\text{C}$)
-  Poder evaporante do ar ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$)
-  Umidade relativa do ar (%)
-  Velocidade do vento (m/s)
-  Intensidade luminosa ($\text{lux} \cdot 10^3$)
-  Umidade do solo (% do peso seco), 0 - 10 cm
-  Umidade do solo (% do peso seco), 10 - 20 cm
-  Umidade do solo (% do peso seco), 20 - 30 cm
-  Direção do vento (% da frequência)

FIG. 6

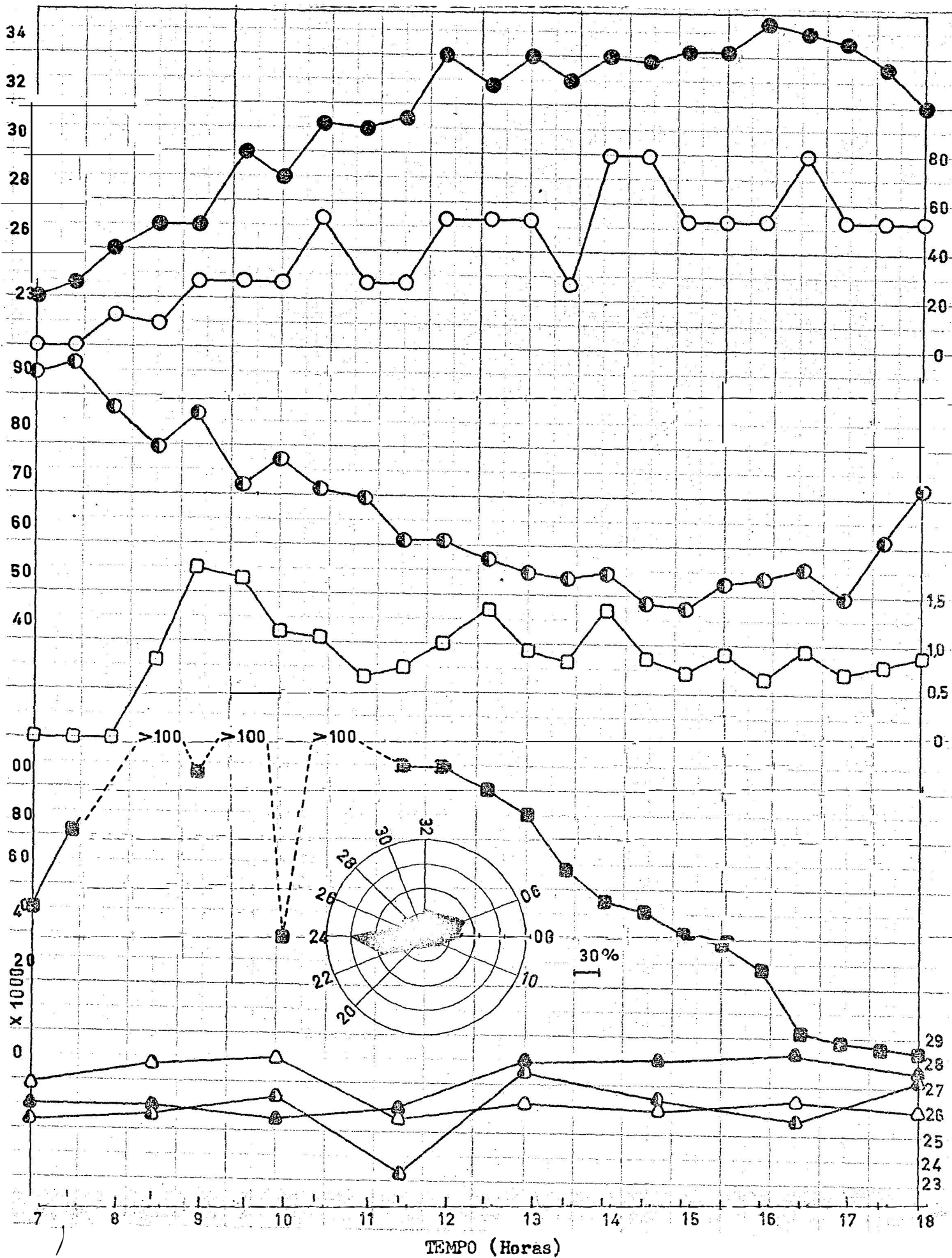


TABELA 19- Condições microclimáticas do andamento diário da transpiração de Coffea arabica L.cv. Mundo Novo, a 15/3/71, em Piracicaba, SP.

| HS | TP | PV | UR | EV | LX | DV | VV | BF |
|-------|------|------|------|------|-------|----|-----|----|
| 7:00 | 22,2 | 19,4 | 97,6 | - | 42 | - | - | - |
| 7:30 | 22,8 | 18,5 | 89,7 | 0,0 | 62 | 32 | 0,1 | 0 |
| 8:00 | 24 | 17,4 | 78,5 | 0,0 | 81 | 30 | 0,2 | 0 |
| 8:30 | 25 | 13,1 | 55,7 | 8,8 | 87 | 30 | 0,3 | 0 |
| 9:00 | 27 | 17,7 | 66,9 | 26,4 | 100 | 08 | 1,0 | 1 |
| 9:30 | 28 | 18,5 | 65,9 | 26,4 | > 100 | 08 | 1,7 | 1 |
| 10:00 | 30 | 19,0 | 60,2 | 26,4 | > 100 | 08 | 1,5 | 1 |
| 10:30 | 31,2 | 18,3 | 54,2 | 26,4 | > 100 | 08 | 1,1 | 1 |
| 11:00 | 31,6 | 18,9 | 54,8 | 52,8 | 100 | 06 | 0,8 | 1 |
| 11:30 | 33 | 21,0 | 56,3 | 52,8 | 97 | 04 | 0,9 | 1 |
| 12:00 | 34,2 | 20,4 | 51,0 | 52,8 | 85 | 02 | 1,2 | 1 |
| 12:30 | 35 | 22,2 | 53,1 | 52,8 | 75 | 24 | 0,8 | 1 |
| 13:00 | 34 | 19,5 | 49,3 | 52,8 | 60 | 32 | 0,9 | 1 |
| 13:30 | 35 | 18,6 | 44,5 | 52,8 | 25 | 22 | 0,8 | 1 |
| 14:00 | 33 | 16,2 | 43,4 | 79,3 | 12 | 10 | 0,9 | 1 |
| 14:30 | 35,2 | 19,4 | 46,0 | 79,3 | 30 | 08 | 0,4 | 1 |
| 15:00 | 35,4 | 18,2 | 42,6 | 79,3 | 15 | 32 | 0,8 | 1 |
| 15:30 | 35,2 | 11,9 | 28,2 | 79,3 | 12 | 06 | 0,7 | 1 |
| 16:00 | 35 | 19,1 | 45,6 | 79,3 | 9 | 32 | 0,6 | 1 |
| 16:30 | 35 | 16,7 | 39,9 | 52,8 | 8 | 32 | 0,5 | 1 |
| 17:00 | 34 | 20,0 | 50,6 | 79,3 | 7,3 | 32 | 0,0 | 0 |
| 17:30 | 32 | 19,5 | 55,2 | 26,4 | 4,3 | 32 | 0,0 | 0 |
| 18:00 | 30 | 21,3 | 67,5 | 52,8 | 1,9 | 32 | 0,0 | 0 |

HS = Horas do dia

TP = Temperatura do ar ($^{\circ}$ C)

PV = Pressão do vapor (mm Hg)

UR = Umidade relativa (%). Valor tabular

EV = Evaporação ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$)

LX = Luminosidade ($\text{lux} \cdot 10^3$)

DV = Direção do vento

VV = Velocidade do vento (m/s)

BF = Escala de vento Beaufort

FIGURA 7 - Andamento diário da umidade do solo e dos fatores microclimáticos da marcha diária da transpiração do cafeiro (Coffea arabica L. cv. Mundo Novo), cultivado ao sol, na estação das chuvas, a 15/03/71, em Piracicaba, SP.










-  Temperatura à sombra ($^{\circ}\text{C}$)
-  Poder evaporante do ar ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$)
-  Umidade relativa do ar (%)
-  Velocidade do vento (m/s)
-  Intensidade luminosa ($\text{lux} \cdot 10^3$)
-  Umidade do solo (% do peso seco), 0 - 10 cm
-  Umidade do solo (% do peso seco), 10 - 20 cm
-  Umidade do solo (% do peso seco), 20 - 30 cm
-  Direção do vento (% da frequência)

FIG. 7

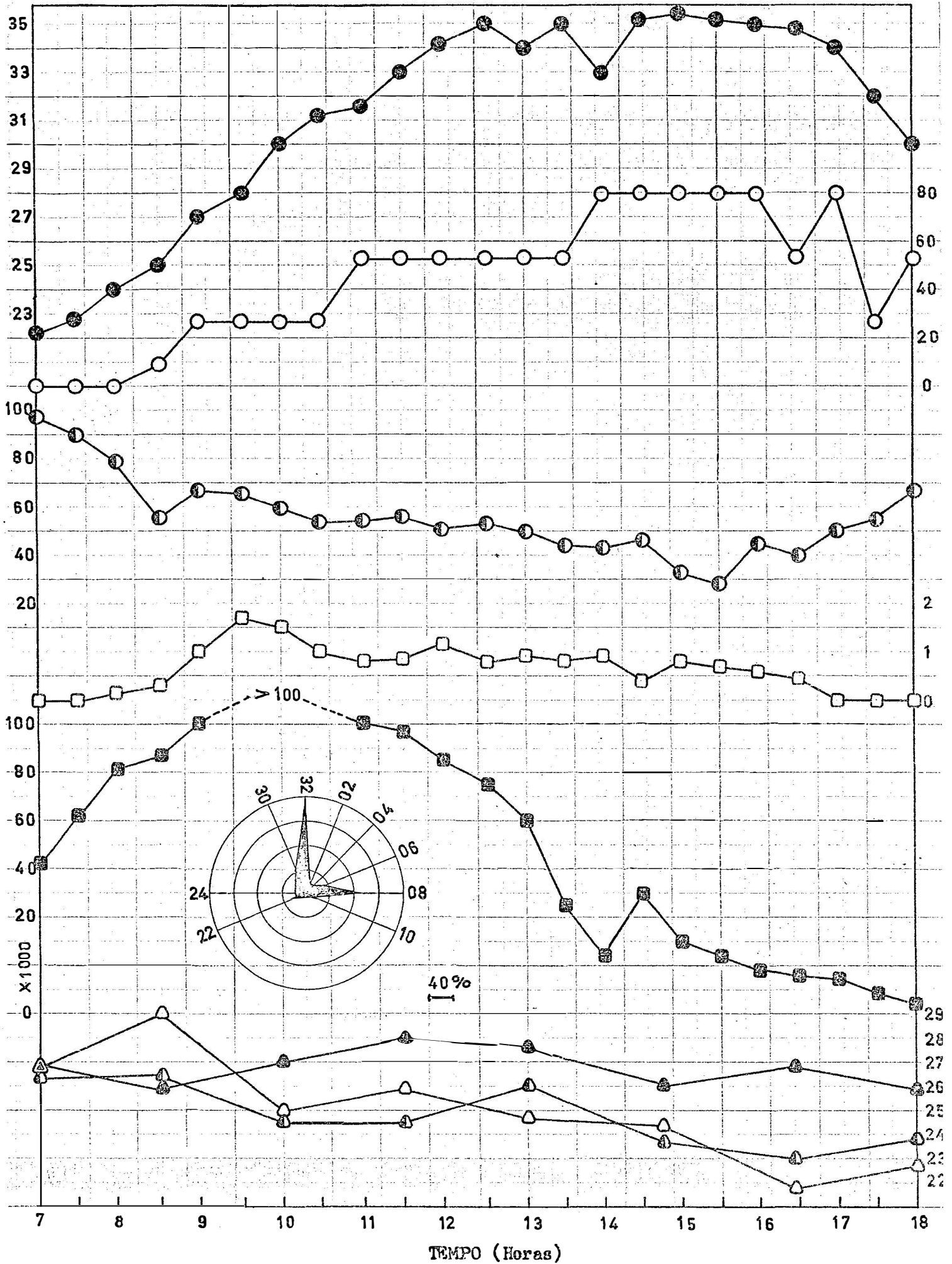


TABELA 20 - Condições microclimáticas do andamento diário da transpiração de Coffea arabica L. cv. Mundo Novo, a 29/3/71, em Piracicaba, SP.

| HS | TP | PV | UR | EV | LX | DV | VV | BF |
|-------|------|------|-------|-------|-------|----|-----|----|
| 7:00 | 18 | 15,4 | 100,0 | - | 30 | - | - | - |
| 7:30 | 19 | 14,0 | 85,8 | 0,0 | 75 | 32 | 0,2 | 0 |
| 8:00 | 20,6 | 15,3 | 84,9 | 13,2 | 86 | 32 | 0,1 | 0 |
| 8:30 | 22 | 15,6 | 79,4 | 8,8 | 88 | 32 | 0,1 | 0 |
| 9:00 | 24 | 16,6 | 74,9 | 26,4 | > 100 | 08 | 0,5 | 1 |
| 9:30 | 26 | 16,5 | 66,2 | 26,4 | > 100 | 06 | 0,7 | 1 |
| 10:00 | 25 | 16,9 | 71,8 | 13,2 | 100 | 08 | 0,6 | 1 |
| 10:30 | 26,6 | 15,4 | 59,6 | 26,4 | > 100 | 22 | 0,8 | 1 |
| 11:00 | 28 | 14,6 | 52,0 | 52,8 | > 100 | 10 | 0,9 | 1 |
| 11:30 | 27 | 13,0 | 49,1 | 26,4 | 81 | 08 | 0,9 | 1 |
| 12:00 | 28 | 14,2 | 50,6 | 26,4 | 80 | 10 | 1,1 | 1 |
| 12:30 | 30 | 14,9 | 47,2 | 105,7 | 66 | 24 | 1,4 | 1 |
| 13:00 | 30 | 12,3 | 39,0 | 52,8 | 50 | 14 | 1,0 | 1 |
| 13:30 | 29 | 13,2 | 44,4 | 52,8 | 37 | 08 | 1,0 | 1 |
| 14:00 | 29,4 | 12,9 | 42,4 | 79,3 | 30 | 16 | 1,4 | 1 |
| 14:30 | 30 | 12,3 | 39,0 | 52,8 | 25 | 22 | 1,1 | 1 |
| 15:00 | 30 | 11,9 | 37,7 | 79,3 | 22 | 12 | 1,3 | 1 |
| 15:30 | 30 | 11,9 | 37,7 | 79,3 | 17 | 20 | 0,9 | 1 |
| 16:00 | 29 | 12,8 | 43,0 | 79,3 | 13 | 14 | 1,2 | 1 |
| 16:30 | 29 | 12,8 | 43,0 | 79,3 | 9,5 | 22 | 1,1 | 1 |
| 17:00 | 28 | 13,3 | 47,3 | 52,8 | 6,8 | 16 | 1,0 | 1 |
| 17:30 | 27 | 13,8 | 52,2 | 52,8 | 2,9 | 12 | 0,5 | 1 |
| 18:00 | 26 | 16,5 | 66,2 | 26,4 | 1,1 | 10 | 0,2 | 0 |

HS = Horas do dia

TP = Temperatura do ar ($^{\circ}$ C)

PV = Pressão do vapor (mm Hg)

UR = Umidade relativa (%). Valor tabular

EV = Evaporação ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$)

LX = Luminosidade ($\text{lux} \cdot 10^3$)

DV = Direção do vento

VV = Velocidade do vento (m/s)

BF = Escala de vento Beaufort

FIGURA 8 - Andamento diário da umidade do solo e dos fatores microclimáticos da marcha diária da transpiração do cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo), cultivado ao sol, na estação das chuvas, a 29/03/71, em Piracicaba, SP.










-  Temperatura à sombra ($^{\circ}\text{C}$)
-  Poder evaporante do ar ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$)
-  Umidade relativa do ar (%)
-  Velocidade do vento (m/s)
-  Intensidade luminosa ($\text{lux} \cdot 10^3$)
-  Umidade do solo (% do peso seco), 0 - 10 cm
-  Umidade do solo (% do peso seco), 10 - 20 cm
-  Umidade do solo (% do peso seco), 20 - 30 cm
-  Direção do vento (% da frequência)

FIG. 8

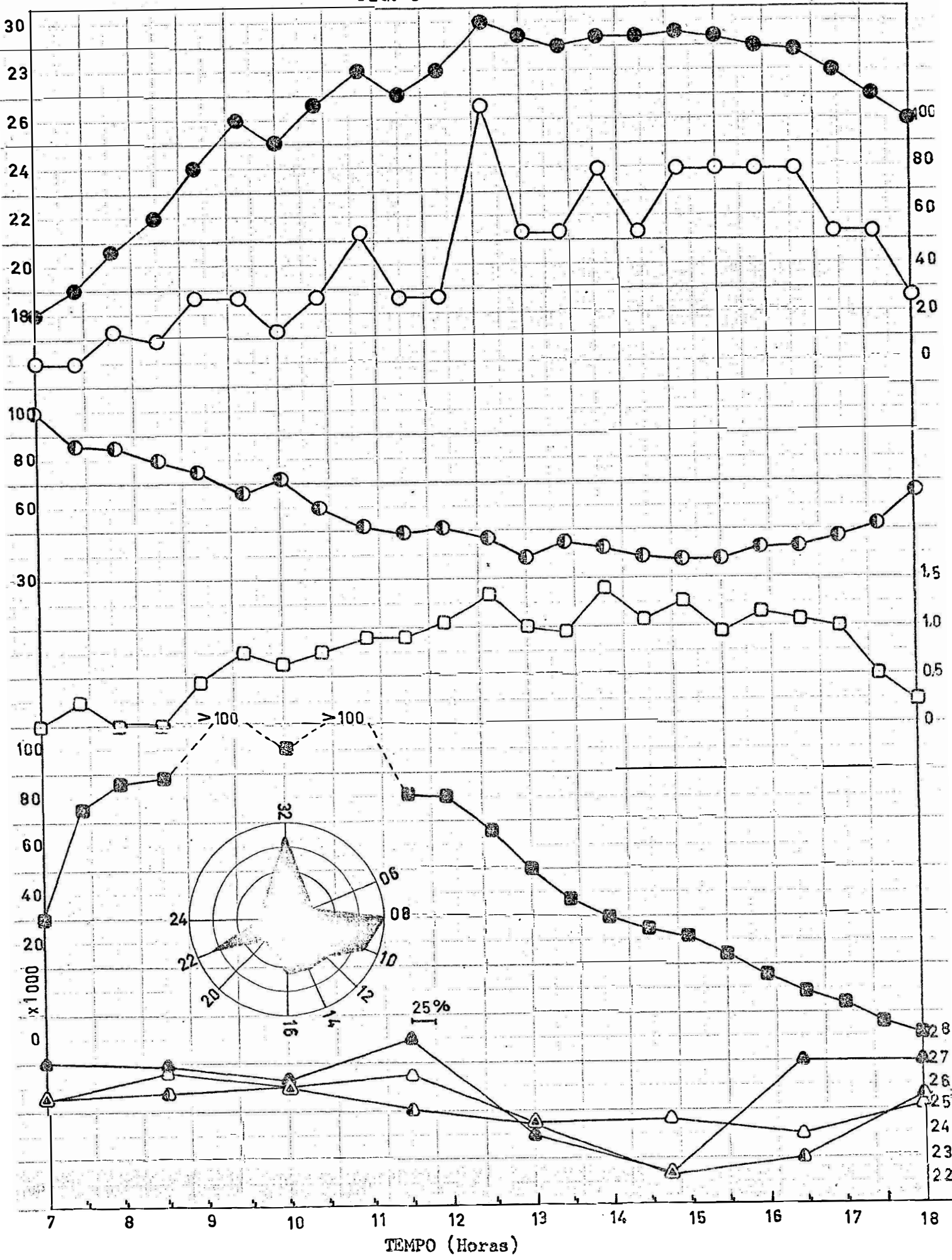


TABELA 21 - Condições microclimáticas do andamento diário da transpiração de Coffea arabica L. cv. Mundo Novo, a 18/4/71, em Piracicaba, SP.

| HS | TP | PV | UR | EV | LX | DV | VV | BF |
|-------|------|------|-------|-------|-------|----|-----|----|
| 7:00 | 18 | 15,4 | 100,0 | - | 50 | - | - | - |
| 7:30 | 18,2 | 14,8 | 95,3 | 0,0 | 60 | 32 | 0,1 | 0 |
| 8:00 | 19 | 14,0 | 85,8 | 0,0 | 79 | 32 | 0,1 | 0 |
| 8:30 | 21 | 14,5 | 78,4 | 8,8 | 90 | 26 | 0,3 | 0 |
| 9:00 | 22,4 | 15,2 | 75,6 | 6,6 | 100 | 32 | 0,2 | 0 |
| 9:30 | 24 | 15,7 | 70,8 | 26,4 | > 100 | 08 | 0,1 | 0 |
| 10:00 | 25 | 14,8 | 62,9 | 26,4 | > 100 | 06 | 0,1 | 0 |
| 10:30 | 26 | 14,7 | 58,9 | 26,4 | 100 | 10 | 0,9 | 1 |
| 11:00 | 28 | 14,2 | 50,6 | 26,4 | 95 | 06 | 1,5 | 1 |
| 11:30 | 29 | 15,4 | 51,7 | 26,4 | 94 | 08 | 0,9 | 1 |
| 12:00 | 31,2 | 15,5 | 45,9 | 52,8 | 80 | 04 | 0,9 | 1 |
| 12:30 | 30 | 14,5 | 46,0 | 52,8 | 75 | 26 | 0,9 | 1 |
| 13:00 | 30 | 12,3 | 39,0 | 52,8 | 74 | 16 | 0,7 | 1 |
| 13:30 | 31 | 13,5 | 40,5 | 79,3 | 60 | 22 | 1,0 | 1 |
| 14:00 | 30 | 12,3 | 39,0 | 52,8 | 55 | 20 | 1,0 | 1 |
| 14:30 | 30,8 | 13,8 | 41,8 | 79,3 | 42 | 22 | 1,0 | 1 |
| 15:00 | 32 | 14,8 | 41,9 | 105,7 | 35 | 26 | 0,8 | 1 |
| 15:30 | 31 | 13,5 | 40,5 | 52,8 | 30 | 22 | 0,8 | 1 |
| 16:00 | 29 | 13,2 | 44,4 | 79,3 | 20 | 22 | 1,1 | 1 |
| 16:30 | 28 | 13,7 | 48,8 | 105,7 | 7,1 | 20 | 1,9 | 2 |
| 17:00 | 27 | 13,0 | 49,1 | 52,8 | 5,0 | 14 | 1,3 | 1 |
| 17:30 | 26 | 13,5 | 54,1 | 52,8 | 1,3 | 16 | 0,9 | 1 |
| 18:00 | 25 | 12,8 | 54,4 | 52,8 | 0,0 | 16 | 0,8 | 1 |

HS = Horas do dia

TP = Temperatura do ar ($^{\circ}$ C)

PV = Pressão do vapor (mm Hg)

UR = Umidade relativa (%). Valor tabular

EV = Evaporação ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$)

LX = Luminosidade ($\text{lux} \cdot 10^3$)

DV = Direção do vento

VV = Velocidade do vento (m/s)

BF = Escala de vento Beaufort

FIGURA 9 - Andamento diário da umidade do solo e dos fatores microclimáticos da marcha diária da transpiração do cafeeiro (Coffea arabica L. cv. Mundo Novo), cultivado ao sol, na estação das chuvas, a 18/04/71, em Piracicaba, SP.










-  Temperatura à sombra ($^{\circ}\text{C}$)
-  Poder evaporante do ar ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$)
-  Umidade relativa do ar (%)
-  Velocidade do vento (m/s)
-  Intensidade luminosa ($\text{lux} \cdot 10^3$)
-  Umidade do solo (% do peso seco), 0 - 10 cm
-  Umidade do solo (% do peso seco), 10 - 20 cm
-  Umidade do solo (% do peso seco), 20 - 30 cm
-  Direção do vento (% da frequência)

FIG. 9

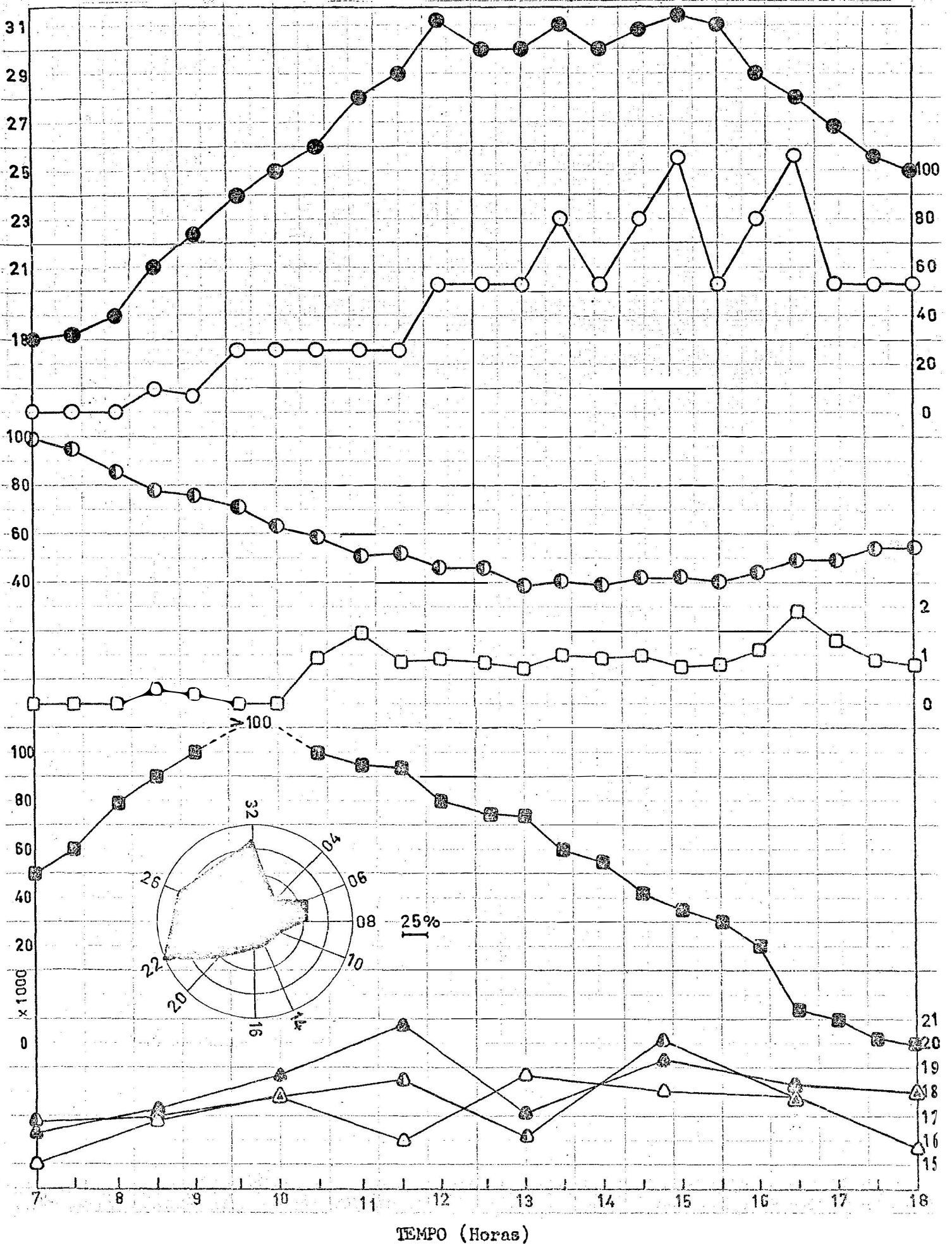


TABELA 22 - Andamento diário da umidade do solo, em percentagem do peso seco, a três profundidades diferentes (*)

| Horas Datas | 6:00/ | 7:00/ | 8:30/ | 10:00/ | 11:30/ | 13:00/ | 14:30/ | 16:30/ |
|----------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 7:00/ | 8:30 | 10:00 | 11:30 | 13:00 | 14:30 | 16:30 | 18:00 |
| 23 Dez. 70 | 23,5 | 23,9 | 24,3 | 24,0 | 23,5 | 22,6 | 22,6 | 22,9 |
| | 25,3 | 23,6 | 26,4 | 25,1 | 24,2 | 24,4 | 22,3 | 23,8 |
| | 28,7 | 25,4 | 30,0 | 26,5 | 27,3 | 28,5 | 24,4 | 25,5 |
| 16 Jan. 71 | 22,7 | 22,6 | 23,7 | 25,4 | 24,5 | 22,6 | 21,3 | 22,9 |
| | 23,5 | 24,3 | 24,9 | 24,6 | 24,6 | 23,7 | 22,9 | 19,7 |
| | 26,1 | 28,7 | 28,6 | 27,6 | 25,8 | 28,0 | 25,2 | 26,8 |
| 31 Jan. 71 | 26,0 | 29,1 | 27,9 | 29,7 | 24,9 | 28,1 | 27,1 | 26,7 |
| | 25,5 | 27,6 | 27,7 | 28,8 | 25,7 | 25,9 | 26,4 | 26,4 |
| | 24,7 | 26,8 | 27,7 | 29,3 | 26,2 | 27,4 | 25,2 | 25,9 |
| 14 Fev. 71 | 26,8 | 27,7 | 28,1 | 25,5 | 26,2 | 26,0 | 26,4 | 26,1 |
| | 25,3 | 26,1 | 26,4 | 23,3 | 27,5 | 26,2 | 25,6 | 27,3 |
| | 26,1 | 26,0 | 25,5 | 25,9 | 27,9 | 28,1 | 28,3 | 27,5 |
| 15 Mar. 71 | 26,8 | 29,0 | 25,0 | 25,9 | 24,7 | 24,4 | 21,8 | 22,7 |
| | 26,4 | 26,4 | 24,5 | 24,5 | 26,1 | 23,7 | 23,1 | 23,8 |
| | 26,9 | 25,9 | 27,0 | 27,9 | 27,6 | 26,0 | 26,8 | 25,9 |
| 29 Mar. 71 | 25,5 | 26,6 | 26,1 | 26,5 | 24,5 | 24,7 | 24,1 | 25,2 |
| | 25,4 | 25,8 | 26,1 | 25,1 | 24,4 | 22,3 | 23,0 | 25,6 |
| | 26,9 | 26,9 | 26,3 | 27,9 | 24,1 | 22,4 | 27,1 | 26,9 |
| 18 Abr. 71 | 15,1 | 16,8 | 17,7 | 16,1 | 18,7 | 18,1 | 17,7 | 15,7 |
| | 16,8 | 17,0 | 17,7 | 18,5 | 16,2 | 20,2 | 17,8 | 17,9 |
| | 16,3 | 17,3 | 18,7 | 20,8 | 17,1 | 19,3 | 18,3 | 18,0 |

(*) Os dados, em seqüência vertical, indicam a umidade % nas faixas de 0 - 10 , 10 - 20 e 20 - 30 cm .

5.2 - FATORES FISIOLÓGICOS

As Tabelas 23 a 43 reúnem os resultados (valores médios de cada período) relativos à transpiração total (TT, estomatar + cuticular), em $\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$; transpiração relativa (TR, transpiração total como percentagem da evaporação); transpiração cuticular (TC), em $\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$; e déficit de saturação das folhas (DS, déficit hídrico como percentagem do conteúdo máximo de água). Junto a esses dados, encontram-se, nas mesmas tabelas, os valores médios de intensidade luminosa (LX; em $\text{lux} \cdot 10^3$), temperatura (TP, em $^{\circ}\text{C}$), umidade relativa do ar (UR, em %) e evaporação (EV, em $\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$). Os dados microclimáticos foram obtidos em intervalos de 30 minutos, nos diferentes períodos diários. Incluem-se, nesse grupo de tabelas, as que apresentam dados de transpiração em %.

As Figuras 10 a 16 mostram, em sua metade superior, as curvas representativas da pressão do vapor (mm Hg), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa (%) e evaporação ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$). Na metade inferior, as curvas representativas dos valores de transpiração total, transpiração relativa e déficit de saturação das folhas. Sobre a mesma área ocupada pela curva de transpiração total, nas faixas correspondentes aos períodos do dia, aparecem, representados por histogramas, os dados relativos ao movimento hidroativo dos estômatos.

A transpiração estomatar foi calculada segundo a expressão:

$$T_e = T_t - T_c$$

onde,

T_e = transpiração estomatar

T_t = transpiração total (estomatar + cuticular)

T_c = transpiração cuticular

5.2.1 - Transpiração em Dezembro. Experiência n.º 1 (Fig. 10)

Durante a segunda quinzena de dezembro (23/12/70), a curva do andamento diário da evaporação apresentou dois máximos. Um no período da manhã, que coincidiu com valores em elevação de temperatura e com a diminuição dos valores de pressão do vapor, umidade relativa e transpiração relativa. Outro no

período da tarde, que coincidiu com valores elevados de temperatura e relativamente mais baixos que os anteriores de pressão do vapor, umidade relativa e transpiração relativa. A curva da evaporação foi acompanhada pela da transpiração total, até as 10 horas. Depois desse horário, enquanto a evaporação continuou subindo a transpiração total passou a decrescer até seu valor mínimo. Esse aumento dos valores de evaporação atingiu o máximo (113,7 mg/dm²/min) no período das 12:30 às 14 horas, caindo para 79,3 mg/dm²/min no período seguinte (14 às 15:30 horas), valor este último que, após uma elevação de 22,9% no período das 15:30 às 17 horas, foi mantido até o fim do andamento. O valor médio de evaporação calculado para o andamento diário foi de 74,5 mg/dm²/min.

A curva da temperatura acompanhou a da evaporação, durante toda a manhã. Durante a tarde, mostrou certa estabilização dos seus valores, ao redor de 35 °C, caindo para 33,6 °C no período das 17 às 18 horas. A temperatura mais elevada registrou-se em volta das 12:30 horas (Tabela 15), no mesmo período (12:30 às 14 horas) em que foi observado o máximo dos valores médios de evaporação (Tabela 23) e o mínimo de transpiração total (8,1 mg/dm²/min, Tab. 23).

As curvas de pressão do vapor e umidade relativa do ar mostraram certos paralelismo durante todo o dia. As duas, entretanto, foram de modo geral antagônicas com a curva da evaporação e, durante as horas de maior iluminação, foram acompanhadas pela de transpiração total.

A curva do andamento diário da transpiração total apresentou também dois máximos. Um no período da manhã, que coincidiu com valores em elevação de temperatura, evaporação e déficit de saturação, e com a diminuição de valores de umidade relativa do ar e transpiração relativa. Outro no período da tarde, que coincidiu com valores em elevação de pressão do vapor, umidade relativa e transpiração relativa, e com a diminuição dos valores de temperatura, evaporação e déficit de saturação das folhas.

Os dados, expostos na Tabela 23, mostraram valores médios de transpiração total em torno de 13,0 mg/dm²/min, no início do dia, elevando-se até atingir o primeiro máximo de 19,1 mg/dm²/min, às 10:30 horas. Daí, por diante

TABELA 23 - Andamento diário da transpiração de Coffea arabica L. cv. Mundo Novo, a 23/12/70, em Piracicaba, SP.

| Número | PD | HS | TT | EV | TR | TC | DS | LX | TP | UR |
|--------|-------------|----------|------|------|------|-----|-----|--------|------|------|
| 1 | 7:00/8:00 | 7:05:40 | 14,1 | | | | 5,6 | 80,0 | 24,0 | 90,2 |
| | | 7:10:15 | 11,6 | 26,4 | 51,1 | 3,3 | 6,4 | 87,0 | 24,4 | 86,4 |
| | | 7:14:15 | 14,9 | | | | 5,7 | 98,0 | 26,0 | 81,4 |
| | Média | | 13,5 | | | | 5,9 | 88,3 | 24,8 | 86,0 |
| 2 | 8:00/9:30 | 8:33:10 | 11,9 | | | | 6,6 | 100,0 | 26,6 | 80,1 |
| | | 8:38:00 | 17,0 | 35,2 | 40,3 | 3,1 | 4,9 | >100,0 | 28,0 | 74,0 |
| | | 8:42:05 | 13,6 | | | | 4,9 | >100,0 | 29,0 | 74,6 |
| | Média | | 14,2 | | | | 5,4 | >100,0 | 27,9 | 76,2 |
| 3 | 9:30/11:00 | 10:02:30 | 18,0 | | | | 6,6 | >100,0 | 30,2 | 67,8 |
| | | 10:07:15 | 17,1 | 55,5 | 34,4 | 3,3 | 6,3 | >100,0 | 31,0 | 61,2 |
| | | 10:09:00 | 22,2 | | | | 6,6 | >100,0 | 31,4 | 51,9 |
| | Média | | 19,1 | | | | 6,5 | >100,0 | 30,9 | 60,3 |
| 4 | 11:00/12:30 | 11:34:25 | 17,4 | | | | 7,2 | 99,0 | 33,0 | 52,3 |
| | | 11:38:30 | 13,0 | 99,1 | 15,0 | 3,1 | 8,6 | 95,0 | 36,2 | 40,3 |
| | | 11:42:30 | 14,3 | | | | 6,5 | 92,0 | 37,0 | 37,0 |
| | Média | | 14,9 | | | | 7,4 | 95,3 | 35,4 | 43,2 |

PD = Período do dia

HS = Horas do dia

(continua ...)

TT = Transpiração total (mg/dm²/min)

EV = Evaporação (mg/dm²/min)

TR = Transpiração relativa (%)

TC = Transpiração cuticular (mg/dm²/min)

DS = Déficit de saturação foliar (%)

LX = Luminosidade (lux · 10³)

TP = Temperatura do ar (°C)

UR = Umidade relativa (%). Valor tabular

TABELA 23 - (continuação)

| Número | PD | HS | TT | EV | TR | TC | DS | LX | TP | UR |
|--------|-------------|----------|------|-------|------|-----|-----|------|------|------|
| 5 | 12:30/14:00 | 13:02:45 | 5,6 | | | | 7,7 | 80,0 | 37,0 | 26,8 |
| | | 13:06:45 | 9,1 | 113,7 | 7,1 | 2,9 | 6,3 | 73,0 | 36,0 | 41,1 |
| | | 13:10:10 | 9,7 | | | | 5,9 | 22,0 | 36,2 | 45,9 |
| | Média | | 8,1 | | | | 6,6 | 58,3 | 36,4 | 37,9 |
| 6 | 14:00/15:30 | 14:35:10 | 16,0 | | | | 5,1 | 40,0 | 35,0 | 51,6 |
| | | 14:40:00 | 15,8 | 79,3 | 20,4 | 2,2 | 5,5 | 30,0 | 36,2 | 45,9 |
| | | 14:43:20 | 22,2 | | | | 5,7 | 15,0 | 36,4 | 39,6 |
| | Média | | 18,0 | | | | 5,4 | 28,3 | 35,9 | 45,7 |
| 7 | 15:30/17:00 | 16:04:30 | 11,9 | | | | 6,2 | 11,0 | 36,2 | 34,7 |
| | | 16:08:30 | 5,4 | 102,8 | 12,2 | 3,8 | 5,0 | 10,0 | 36,0 | 46,8 |
| | | 16:12:20 | 20,2 | | | | 7,7 | 5,0 | 36,0 | 40,0 |
| | Média | | 12,5 | | | | 6,3 | 8,6 | 36,1 | 40,5 |
| 8 | 17:00/18:00 | 17:33:45 | 10,9 | | | | 3,8 | 5,0 | 35,0 | 45,6 |
| | | 17:37:25 | 8,2 | 79,3 | 12,1 | 2,4 | 4,5 | 4,4 | 32,2 | 46,2 |
| | | 17:42:00 | 9,8 | | | | 5,1 | | | |
| | Média | | 9,6 | | | | 4,5 | 4,7 | 33,6 | 30,6 |

PD = Período do dia

HS = Horas do dia

TT = Transpiração total (mg/dm²/min)

EV = Evaporação (mg/dm²/min)

TR = Transpiração relativa (%)

TC = Transpiração cuticular (mg/dm²/min)

DS = Déficit de saturação foliar (%)

LX = Luminosidade (lux · 10³)

TP = Temperatura do ar (°C)

UR = Umidade relativa (%). Valor tabular

FIGURA 10 - Andamento diário dos fatores microclimáticos, hidrorreação dos estômatos e marcha diária da transpiração do cafeeiro (Coffea arabica L. cv. Mundo Novo), cultivado ao sol, na estação chuvosa, a 23/12/70, em Piracicaba, SP.









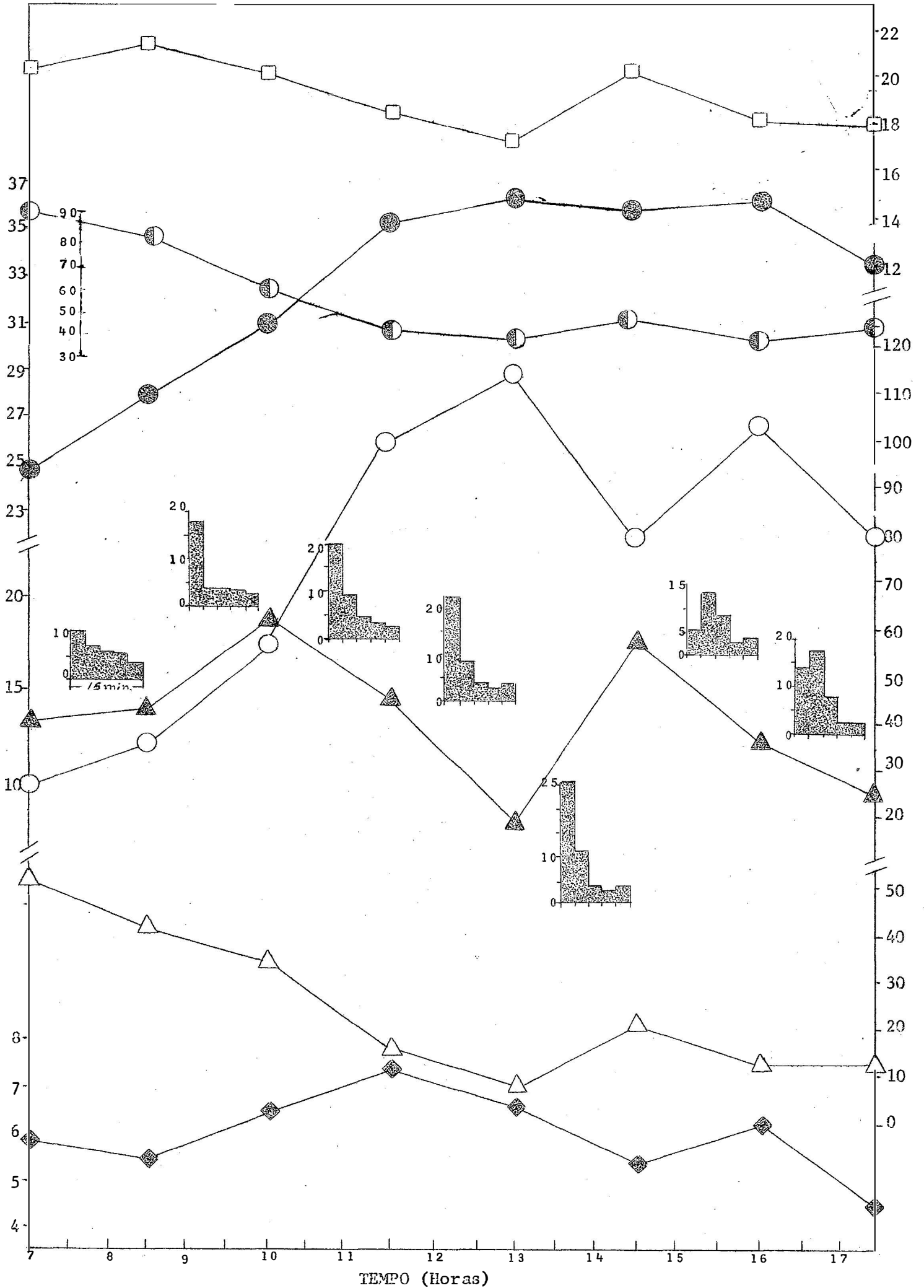
-  Pressão do vapor (mm Hg)
-  Umidade relativa do ar (%)
-  Temperatura à sombra ($^{\circ}$ C)
-  Poder evaporante do ar ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$)
-  Hidrorreação dos estômatos ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$)
-  Transpiração absoluta ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$)
-  Transpiração relativa % ($T/E \times 100$)
-  Déficit de saturação das folhas (%)

FIG. 10



os valores decresceram até um mínimo de 8,1 mg/dm²/min, observado às 13 horas aproximadamente. A partir deste ponto, um segundo máximo de 18,0 mg/dm²/min foi observado, às 14:30 horas, decrescendo seguidamente até o fim da tarde, quando foram obtidos valores médios bem inferiores (9,6 mg/dm²/min) aos obtidos no início do andamento. O valor mínimo de transpiração total coincidiu com os valores máximos de evaporação e temperatura, e com os mínimos de pressão do vapor, umidade relativa do ar e transpiração relativa. O valor médio de transpiração total calculado para o andamento diário, foi de 13,7 mg/dm²/min.

A transpiração estomatar (Tabela 24) oscilou entre um valor mínimo de 5,3 mg/dm²/min, constatado no período das 12:30 às 14 horas, e um máximo de 15,8 mg/dm²/min, verificado durante a manhã (9:30 às 11 horas) e também à tarde (14 às 15:30 horas). Os valores iniciais estiveram ao redor de 10 mg/dm²/min e os finais entre 7 e 8 mg/dm²/min. O valor médio calculado durante o dia todo foi de 10,7 mg/dm²/min, como é mostrado a seguir na Tabela 24 onde se indica ademais, o valor da transpiração estomatar em percentagem da transpiração total.

TABELA 24 - Andamento diário da transpiração total e estomatar na Experiência n.º 1 (23/12/70).

| Períodos do dia | Transpiração total (T _t) | Transpiração estomatar (T _e) | $\frac{T_e}{T_t} \times 100$ |
|-----------------|--------------------------------------|--|------------------------------|
| 7:00/ 8:00 | 13,5 | 10,2 | 75,6 |
| 8:00/ 9:30 | 14,2 | 11,1 | 78,2 |
| 9:30/11:00 | 19,1 | 15,8 | 82,7 |
| 11:00/12:30 | 14,9 | 11,8 | 79,2 |
| 12:30/14:00 | 8,1 | 5,3 | 65,4 |
| 14:00/15:30 | 18,0 | 15,8 | 87,8 |
| 15:30/17:00 | 12,5 | 8,7 | 69,6 |
| 17:00/18:00 | 9,6 | 7,2 | 75,0 |
| Média | 13,7 | 10,7 | 76,7 |

A transpiração cuticular (Tabela 24) apresentou valores baixos, que oscilaram entre um mínimo de 2,2 mg/dm²/min, no período das 14 às 15:30 horas, e um máximo de 3,8 mg/dm²/min, constatado no período das 15:30 às 17 horas. O valor médio constatado durante o dia todo foi de 3,0 mg/dm²/min, como é mostrado a seguir na Tabela 25, onde são expostos os valores de transpiração (total, estomatar e cuticular) junto aos valores da transpiração cuticular em percentagens da transpiração total e estomatar.

TABELA 25 - Andamento diário dos valores de transpiração total e cuticular na Experiência n.º 1 (23/12/70).

| Períodos do dia | Valores da transpiração | | | Transpiração cuticular | |
|-----------------|-------------------------|-----------|-----------|------------------------|------------------|
| | Total | Estomatar | Cuticular | % T _t | % T _e |
| 7:00 / 8:00 | 13,5 | 10,2 | 3,3 | 24,6 | 32,7 |
| 8:00 / 9:30 | 14,2 | 11,1 | 3,1 | 21,8 | 27,9 |
| 9:30/11:00 | 19,1 | 15,8 | 3,3 | 17,5 | 21,2 |
| 11:00/12:30 | 14,9 | 11,8 | 3,1 | 20,9 | 26,4 |
| 12:30/14:00 | 8,1 | 5,3 | 2,9 | 35,4 | 54,9 |
| 14:00/15:30 | 18,0 | 15,8 | 2,2 | 12,2 | 13,9 |
| 15:30/17:00 | 12,5 | 8,7 | 3,8 | 30,6 | 44,1 |
| 17:00/18:00 | 9,6 | 7,2 | 2,4 | 25,0 | 33,3 |
| Média | 13,7 | 10,7 | 3,0 | 23,5 | 31,8 |

A transpiração relativa (Tabela 23), apresentou valores mais elevados nas primeiras horas da manhã. O valor máximo (51,1%) foi obtido no período das 7 às 8 horas. Depois desse horário os valores caíram progressivamente até um mínimo (7,1%), atingido no período das 12:30 às 14 horas, oscilando entre 20,4% e 12,1% o resto do dia. O valor médio calculado para o andamento diário da transpiração relativa foi de 23,6% .

5.2.2 - Transpiração em Janeiro. Experiência n.º 2 (Fig. 11)

Durante a primeira quinzena de janeiro (16/1/71), a curva do andamento diário da evaporação apresentou valores em contínua elevação até bem avançada hora da tarde, atingiu o seu máximo (96,9 mg/dm²/min) em volta das 16 horas, terminando o dia com valores três vezes mais elevados (79,3 mg/dm²/min), no período das 17 às 18 horas, do que os do início do dia (26,4 mg/dm²/min), no período das 7 às 8 horas. O valor máximo da evaporação coincidiu com um dos mais baixos de transpiração total (5,8 mg/dm²/min), observado no período das 15:30 às 17 horas, e com os valores mínimos de pressão do vapor (7,2 mm Hg) e umidade relativa do ar (23,2%), observados no período das 15:30 às 17 horas (Tabelas 16 e 26). O valor médio de evaporação calculado para o andamento diário foi de 69,4 mg/dm²/min.

A curva da temperatura mostrou seu valor mais elevado no mesmo horário do máximo de evaporação, sendo marcante o paralelismo de ambas as curvas. As duas foram também antagônicas com as de pressão do vapor, umidade relativa do ar e transpiração relativa, durante os diversos períodos horários do andamento.

A curva do andamento diário da transpiração total apresentou valores iniciais ao redor de 14 mg/dm²/min, no período das 7 às 8 horas, em contínua elevação até as 10 horas, quando atingiu o máximo de 22,3 mg/dm²/min. A partir desse ponto, os valores estabilizaram-se, muito próximos do máximo atingido, até as 13 horas. Daí por diante foram caindo progressivamente até o fim da tarde, quando atingiram o mínimo de 3,8 mg/dm²/min, no período das 17 às 18 horas. A elevação dos valores de transpiração total, e sua estabilização em torno do máximo atingido, acompanhou a elevação progressiva dos valores de temperatura e evaporação, e coincidiu com decréscimos também contínuos da umidade relativa do ar e pressão do vapor. Os dados da Tabela 26, mostram os valores correspondentes a essa curva. O valor médio de transpiração total calculado para o andamento diário foi de 14,5 mg/dm²/min.

TABELA 26 - Andamento diário da transpiração de Coffea arabica L. cv. Mundo Novo, a 16/1/71, em Piracicaba, SP.

| Número | PD | HS | TT | EV | TR | TC | DS | LX | TP | UR |
|--------|-------------|----------|------|------|------|-----|-----|--------|------|------|
| 1 | 7:00/8:00 | 7:05:30 | 12,0 | | | | 3,5 | 83,0 | 19,0 | 88,3 |
| | | 7:08:45 | 13,3 | 26,4 | 52,7 | 7,5 | 5,7 | 91,0 | 21,0 | 85,2 |
| | | 7:11:50 | 16,5 | | | | 2,2 | 97,0 | 22,0 | 65,7 |
| | Média | | 13,9 | | | | 3,8 | 90,3 | 20,7 | 79,7 |
| 2 | 8:00/9:30 | 8:31:30 | 22,8 | | | | 4,3 | >100,0 | 23,0 | 60,8 |
| | | 8:35:00 | 17,7 | 44,0 | 42,7 | 2,1 | 5,3 | >100,0 | 24,0 | 61,8 |
| | | 8:38:15 | 15,8 | | | | 4,2 | >100,0 | 25,0 | 46,3 |
| | Média | | 18,8 | | | | 4,6 | >100,0 | 24,0 | 56,3 |
| 3 | 9:30/11:00 | 10:03:30 | 19,0 | | | | 6,0 | >100,0 | 26,0 | 47,7 |
| | | 10:07:10 | 26,9 | 61,6 | 36,2 | 2,0 | 5,5 | >100,0 | 27,2 | 41,8 |
| | | 10:11:00 | 21,1 | | | | 5,9 | >100,0 | 27,6 | 40,9 |
| | Média | | 22,3 | | | | 5,8 | >100,0 | 26,9 | 43,5 |
| 4 | 11:00/12:30 | 11:34:15 | 21,9 | | | | 4,7 | 98,0 | 28,0 | 41,3 |
| | | 11:38:00 | 20,3 | 70,5 | 30,6 | 3,9 | 5,0 | 94,0 | 29,0 | 39,0 |
| | | 11:41:40 | 22,8 | | | | 4,8 | 86,0 | 29,0 | 37,6 |
| | Média | | 21,6 | | | | 4,8 | 92,6 | 28,7 | 39,3 |

PD = Período do dia

(continua ...)

HS = Horas do dia

TT = Transpiração total (mg/dm²/min)

EV = Evaporação (mg/dm²/min)

TR = Transpiração relativa (%)

TC = Transpiração cuticular (mg/dm²/min)

DS = Déficit de saturação foliar (%)

LX = Luminosidade (lux · 10³)

TP = Temperatura do ar (°C)

UR = Umidade relativa (%). Valor tabular

TABELA 26 - (continuação)

| Número | PD | HS | TT | EV | TR | TC | DS | LX | TP | UR |
|--------|-------------|----------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|
| 5 | 12:30/14:00 | 13:03:35 | 24,0 | | | | 5,5 | 80,0 | 29,0 | 30,9 |
| | | 13:06:45 | 19,2 | 88,1 | 24,2 | 2,8 | 8,0 | 63,0 | 29,0 | 32,3 |
| | | 13:10:30 | 20,6 | | | | 5,3 | 51,0 | 29,0 | 33,3 |
| | Média | | 21,3 | | | | 6,3 | 64,6 | 29,0 | 32,2 |
| 6 | 14:00/15:30 | 14:32:15 | 5,9 | | | | 4,6 | 42,0 | 29,0 | 29,2 |
| | | 14:35:30 | 5,0 | 88,1 | 9,9 | 3,4 | 3,5 | 25,0 | 29,0 | 28,2 |
| | | 14:37:00 | 15,2 | | | | 3,1 | 20,0 | 29,0 | 26,9 |
| | Média | | 8,7 | | | | 3,7 | 29,0 | 29,0 | 28,1 |
| 7 | 15:30/17:00 | 16:00:40 | 5,5 | | | | 3,8 | 12,0 | 30,0 | 20,0 |
| | | 16:04:15 | 2,8 | 96,9 | 6,0 | 3,2 | 3,6 | 8,5 | 29,0 | 25,5 |
| | | 16:09:00 | 9,0 | | | | 3,0 | 5,1 | 29,0 | 24,2 |
| | Média | | 5,8 | | | | 3,5 | 8,5 | 29,3 | 23,2 |
| 8 | 17:00/18:00 | 17:32:15 | 2,7 | | | | 2,8 | 4,0 | 28,0 | 28,8 |
| | | 17:35:30 | 5,7 | 79,3 | 4,8 | 2,4 | 3,9 | 3,4 | 27,0 | 34,0 |
| | | 17:38:10 | 3,0 | | | | 2,3 | | | |
| | Média | | 3,8 | | | | 3,0 | 3,7 | 27,5 | 31,4 |

PD = Período do dia

HS = Horas do dia

TT = Transpiração total (mg/dm²/min)

EV = Evaporação (mg/dm²/min)

TR = Transpiração relativa (%)

TC = Transpiração cuticular (mg/dm²/min)

DS = Déficit de saturação foliar (%)

LX = Luminosidade (lux · 10³)

TP = Temperatura do ar (°C)

UR = Umidade relativa (%). Valor tabular

FIGURA 11 - Andamento diário dos fatores microclimáticos, hidrorreação dos estômatos e marcha diária da transpiração do cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo), cultivado ao sol, na estação chuvosa, a 16/01/71, em Piracicaba, SP.









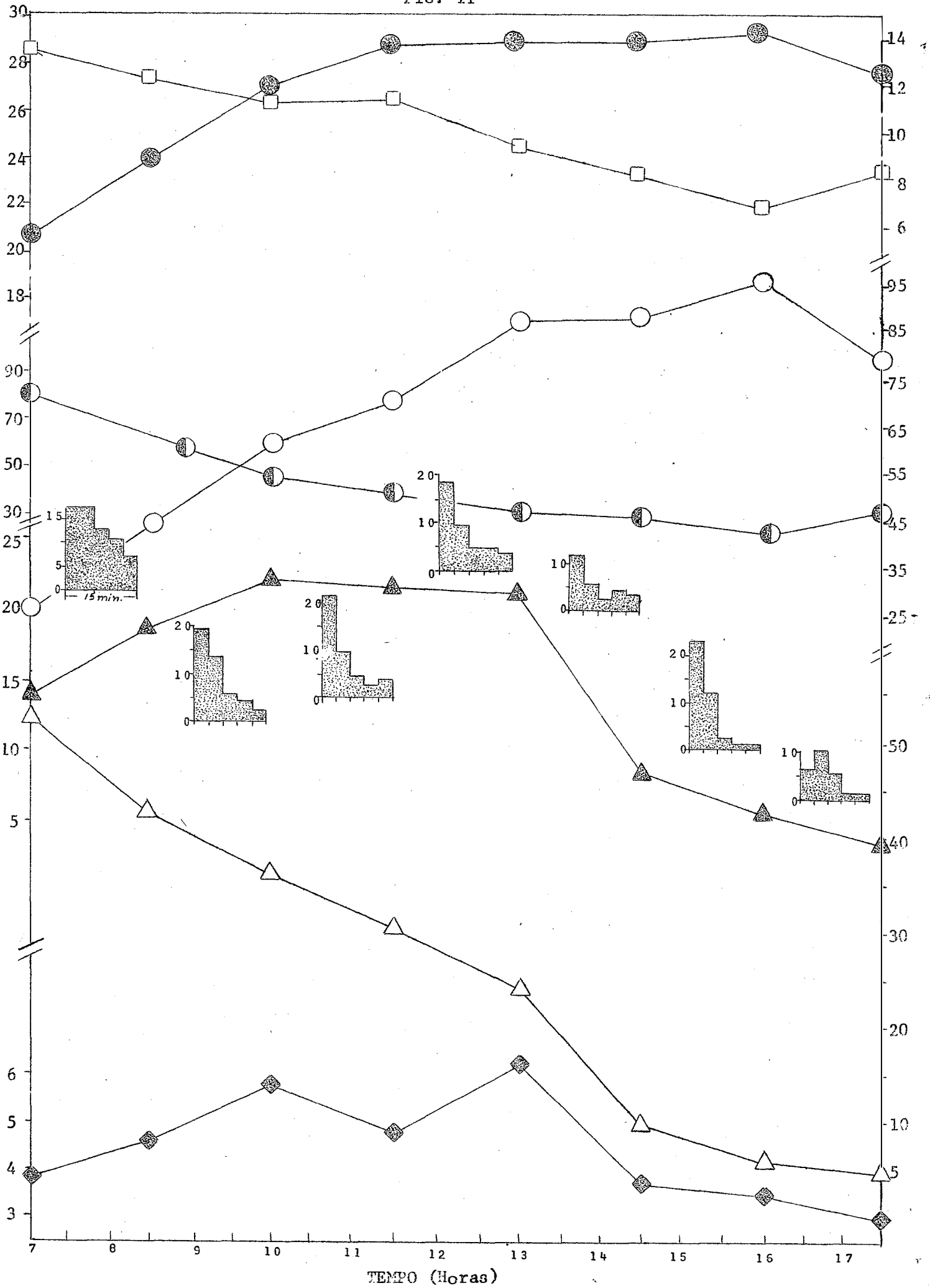
-  Pressão do vapor (mm Hg)
-  Umidade relativa do ar (%)
-  Temperatura à sombra ($^{\circ}\text{C}$)
-  Poder evaporante do ar ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$)
-  Hidrorreação dos estômatos ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$)
-  Transpiração absoluta ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$)
-  Transpiração relativa % ($T/E \times 100$)
-  Déficit de saturação das folhas (%)

FIG. 11



A transpiração estomatar (Tabela 27) oscilou entre um valor mínimo de 1,4 mg/dm²/min, constatado no período das 17 às 18 horas, e um máximo de 20,3 mg/dm²/min, verificado durante a manhã (9:30 às 11 horas). Os valores iniciais, em volta de 6,5 mg/dm²/min, elevaram-se progressivamente até o máximo, mantiveram-se entre 17 e 19 mg/dm²/min, até as 14 horas aproximadamente, caindo depois bruscamente, até o mínimo indicado, no período das 17 às 18 horas. A Tabela 27 mostra os valores obtidos nos diferentes períodos do dia, o valor médio correspondente ao andamento diário completo e o valor da transpiração estomatar em percentagem da transpiração total.

TABELA 27- Andamento diário da transpiração total e estomatar na Experiência n.º 2 (16/1/71).

| Períodos do dia | Transpiração total (T _t) | Transpiração estomatar (T _e) | $\frac{T_e}{T_t} \times 100$ |
|-----------------|--------------------------------------|--|------------------------------|
| 7:00 / 8:00 | 13,9 | 6,5 | 46,8 |
| 8:00 / 9:30 | 18,8 | 16,6 | 88,3 |
| 9:30 / 11:00 | 22,3 | 20,3 | 91,0 |
| 11:00 / 12:30 | 21,6 | 17,8 | 82,4 |
| 12:30 / 14:00 | 21,3 | 18,4 | 86,4 |
| 14:00 / 15:30 | 8,7 | 5,3 | 60,9 |
| 15:30 / 17:00 | 5,8 | 2,5 | 43,1 |
| 17:00 / 18:00 | 3,8 | 1,4 | 36,8 |
| Média | 14,5 | 11,1 | 67,0 |

A transpiração cuticular (Tabela 28) apresentou valores absolutos baixos, que oscilaram entre um mínimo de 2,0 mg/dm²/min, no período das 9:30 às 11 horas, e um máximo de 7,5 mg/dm²/min, constatado no período das 7 às 8 horas. O valor médio de 3,4 mg/dm²/min foi calculado para o decorrer do andamento diário, como é mostrado na Tabela 28, onde são expostos os valores de transpiração (total, estomatar, cuticular) junto aos valores da transpiração cuticular em percentagens da transpiração total e estomatar.

TABELA 28 - Andamento diário dos valores de transpiração total e cuticular na Experiência n.º 2 (16/1/71).

| Períodos do dia | Valores da transpiração | | | Transpiração cuticular | |
|-----------------|-------------------------|-----------|-----------|------------------------|------------------|
| | Total | Estomatar | Cuticular | % T _t | % T _e |
| 7:00 / 8:00 | 13,9 | 6,5 | 7,5 | 53,6 | 115,6 |
| 8:00 / 9:30 | 18,8 | 16,6 | 2,1 | 11,4 | 12,9 |
| 9:30/11:00 | 22,3 | 20,3 | 2,0 | 9,1 | 10,0 |
| 11:00/12:30 | 21,6 | 17,8 | 3,9 | 18,0 | 21,9 |
| 12:30/14:00 | 21,3 | 18,4 | 2,8 | 13,2 | 15,2 |
| 14:00/15:30 | 8,7 | 5,3 | 3,4 | 38,7 | 63,2 |
| 15:30/17:00 | 5,8 | 2,5 | 3,2 | 56,2 | 128,1 |
| 17:00/18:00 | 3,8 | 1,4 | 2,4 | 62,3 | 165,0 |
| Média | 14,5 | 11,1 | 3,4 | 32,8 | 66,5 |

A transpiração relativa (Tabela 27), apresentou seu valor mais elevado (52,7%) já no primeiro período do dia, das 7 às 8 horas. Daí por diante, observou-se uma queda progressiva dos valores até o fim do andamento diário, quando foi atingido o mínimo (4,8%) no período das 17 às 18 horas, quando também foi observado o valor mínimo de transpiração total. O valor médio de transpiração relativa calculado para o andamento diário foi de 25,9%.

5.2.3 - Transpiração em Janeiro. Experiência n.º 3 (Fig. 12)

Durante a segunda quinzena de janeiro (31/1/71), a curva do andamento diário da evaporação apresentou valores em elevação gradativa, durante a manhã. A queda repentina da evaporação para 30,8 mg/dm²/min, ocasionada por leve chuvisco de curta duração, no período das 13:30 às 14 horas, foi logo depois seguida por uma elevação dos valores, que oscilaram entre 44,0 e 39,6 mg/dm²/min, nas últimas horas da tarde. O valor médio de evaporação calculado para o andamento diário foi de 38,5 mg/dm²/min.

As curvas de temperatura e pressão do vapor mostraram certo paralelismo com a da evaporação. Um antagonismo marcante foi observado entre essas duas curvas e a da umidade relativa do ar. O valor máximo de evaporação ($52,8 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$) e o valor mínimo de umidade relativa do ar (42,7%), coincidiram no mesmo período do dia, das 12:30 às 14 horas (Tabela 29).

A curva do andamento diário da transpiração total, logo nas primeiras horas do dia, atingiu seu valor máximo ($22,8 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$), no período das 8 às 9:30 horas. A partir desse ponto, os valores caíram quase uniformemente para $15,7 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$, no período das 12:30 às 14 horas. Após essa queda, um ligeiro aumento para $16,9 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$ ocorreu no período seguinte, das 14 às 15:30 horas, decrescendo depois quase em linha reta, até o fim da tarde, quando foi atingido o mínimo ($5,7 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$) no período das 17 às 18 horas, como pode ser verificado na Tabela 29. O valor médio de transpiração total calculado para o andamento diário foi de $17 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$. Um certo paralelismo entre as curvas de transpiração total e relativa foi observado no decorrer do dia.

A transpiração estomatar (Tabela 30) oscilou entre um valor mínimo ($4,8 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$), constatado no período das 17 às 18 horas, e um máximo ($19,9 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$), verificado durante a manhã (9:30 às 11 horas), período do dia que mostrou valores sempre mais elevados do que os da tarde, neste andamento diário.

O valor médio de transpiração estomatar, calculado para o dia todo, foi de $14,4 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$. Valor esse que é exposto na Tabela 30, junto aos outros valores obtidos nos diferentes períodos do dia e o valor da transpiração estomatar em percentagem de transpiração total.

TABELA 29 - Andamento diário da transpiração de *Coffea arabica* L.. CV. Mundo Novo, a 31/1/71, em Piracicaba, SP.

| Número | PD | HS | TT | EV | TR | TC | DS | LX | TP | UR |
|--------|-------------|----------|------|------|------|-----|-----|--------|------|------|
| 1 | 7:00/8:00 | 7:32:15 | 17,8 | | | | 1,4 | 70,0 | 24,0 | 90,2 |
| | | 7:36:15 | 18,9 | 26,4 | 72,0 | 3,8 | 1,1 | 40,0 | 24,0 | 80,3 |
| | | 7:40:20 | 20,5 | | | | 1,8 | 47,0 | 24,0 | 80,3 |
| | Média | | 19,0 | | | | 1,4 | 52,3 | 24,0 | 83,6 |
| 2 | 8:00/9:30 | 9:03:45 | 25,0 | | | | 4,7 | 92,0 | 26,0 | 81,4 |
| | | 9:06:00 | 23,0 | 26,4 | 86,4 | 3,1 | 5,7 | 79,0 | 27,0 | 76,7 |
| | | 9:10:50 | 20,6 | | | | 5,6 | >100,0 | 29,0 | 66,9 |
| | Média | | 22,8 | | | | 5,3 | 60,3 | 27,3 | 75,0 |
| 3 | 9:30/11:00 | 10:33:15 | 23,8 | | | | 5,7 | >100,0 | 31,0 | 61,2 |
| | | 10:36:30 | 21,2 | 44,0 | 51,1 | 2,5 | 5,4 | >100,0 | 32,0 | 56,6 |
| | | 10:40:00 | 22,4 | | | | 5,9 | 48,0 | 32,0 | 59,1 |
| | Média | | 22,5 | | | | 5,7 | 82,6 | 31,7 | 58,9 |
| 4 | 11:00/12:30 | 12:02:20 | 22,6 | | | | 6,0 | >100,0 | 35,0 | 53,1 |
| | | 12:05:55 | 17,8 | 44,0 | 46,4 | 2,4 | 6,8 | 84,0 | 34,0 | 55,7 |
| | | 12:10:00 | 20,8 | | | | 5,3 | 70,0 | 34,0 | 50,6 |
| | Média | | 20,4 | | | | 6,0 | 84,6 | 34,3 | 53,1 |

PD = Período do dia

HS = Horas do dia

TT = Transpiração total (mg/dm²/min)

EV = Evaporação (mg/dm²/min)

TR = Transpiração relativa (%)

TC = Transpiração cuticular (mg/dm²/min)

DS = Déficit de saturação foliar (%)

LX = Luminosidade (lux · 10³)

TP = Temperatura do ar (°C)

UR = Umidade relativa (%). Valor tabular

(continua...)

TABELA 29 - (continuação)

| Numero | PD | HS | TT | EV | TR | TC | DS | LX | TP | UR |
|--------|-------------|----------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|
| 5 | 12:30/14:00 | 13:33:10 | 16,9 | | | | 5,1 | 22,0 | 33,0 | 54,7 |
| | | 13:37:30 | 14,7 | 52,8 | 29,7 | 3,1 | 4,8 | - - | - | - |
| | | 13:40:40 | 15,6 | | | | | 4,5 | 18,0 | 27,0 |
| | Média | | 15,7 | | | | 4,8 | 13,3 | 20,0 | 42,7 |
| 6 | 14:00/15:30 | 15:04:10 | 20,1 | | | | 3,0 | 12,0 | 26,0 | 55,7 |
| | | 15:07:00 | 15,0 | 30,8 | 54,9 | 2,7 | 5,5 | 10,0 | 26,6 | 59,6 |
| | | 15:10:40 | 15,7 | | | | | 4,4 | 18,0 | 28,0 |
| | Média | | 16,9 | | | | 4,3 | 13,3 | 26,9 | 60,4 |
| 7 | 15:30/17:00 | 16:31:30 | 12,6 | | | | 3,9 | 25,0 | 29,0 | 54,4 |
| | | 16:35:50 | 11,2 | 44,0 | 28,9 | 2,1 | 4,7 | 18,0 | 27,0 | 57,1 |
| | | 16:39:50 | 14,4 | | | | | 4,5 | 9,0 | 27,0 |
| | Média | | 12,7 | | | | 4,4 | 17,3 | 27,7 | 56,2 |
| 8 | 17:00/18:00 | 17:45:20 | 6,7 | | | | 3,8 | 6,2 | 26,0 | 64,2 |
| | | 17:48:20 | 5,3 | 39,6 | 14,4 | 0,9 | 4,3 | 4,0 | 26,0 | 66,2 |
| | | 17:52:15 | 5,2 | | | | | 3,8 | | |
| | Média | | 5,7 | | | | 3,9 | 5,1 | 26,0 | 65,2 |

PD = Período do dia
 HS = Horas do dia
 TT = Transpiração total (mg/dm²/min)
 EV = Evaporação (mg/dm²/min)
 TR = Transpiração relativa (%)
 TC = Transpiração cuticular (mg/dm²/min)
 DS = Déficit de saturação foliar (%)
 LX = Luminosidade (lux · 10³)
 TP = Temperatura do ar (°C)
 UR = Umidade relativa (%). Valor tabular

FIGURA 12 - Andamento diário dos fatores microclimáticos, hidrorreação dos estômatos e marcha diária da transpiração do cafeeiro (Coffea arabica L. cv. Mundo Novo), cultivado ao sol, na estação chuvosa, a 31/01/71, em Piracicaba, SP.









-  Pressão do vapor (mm Hg)
-  Umidade relativa do ar (%)
-  Temperatura à sombra (°C)
-  Poder evaporante do ar (mg/dm²/min)
-  Hidrorreação dos estômatos (mg/dm²/min)
-  Transpiração absoluta (mg/dm²/min)
-  Transpiração relativa % (T/E x 100)
-  Déficit de saturação das folhas (%)

FIG. 12

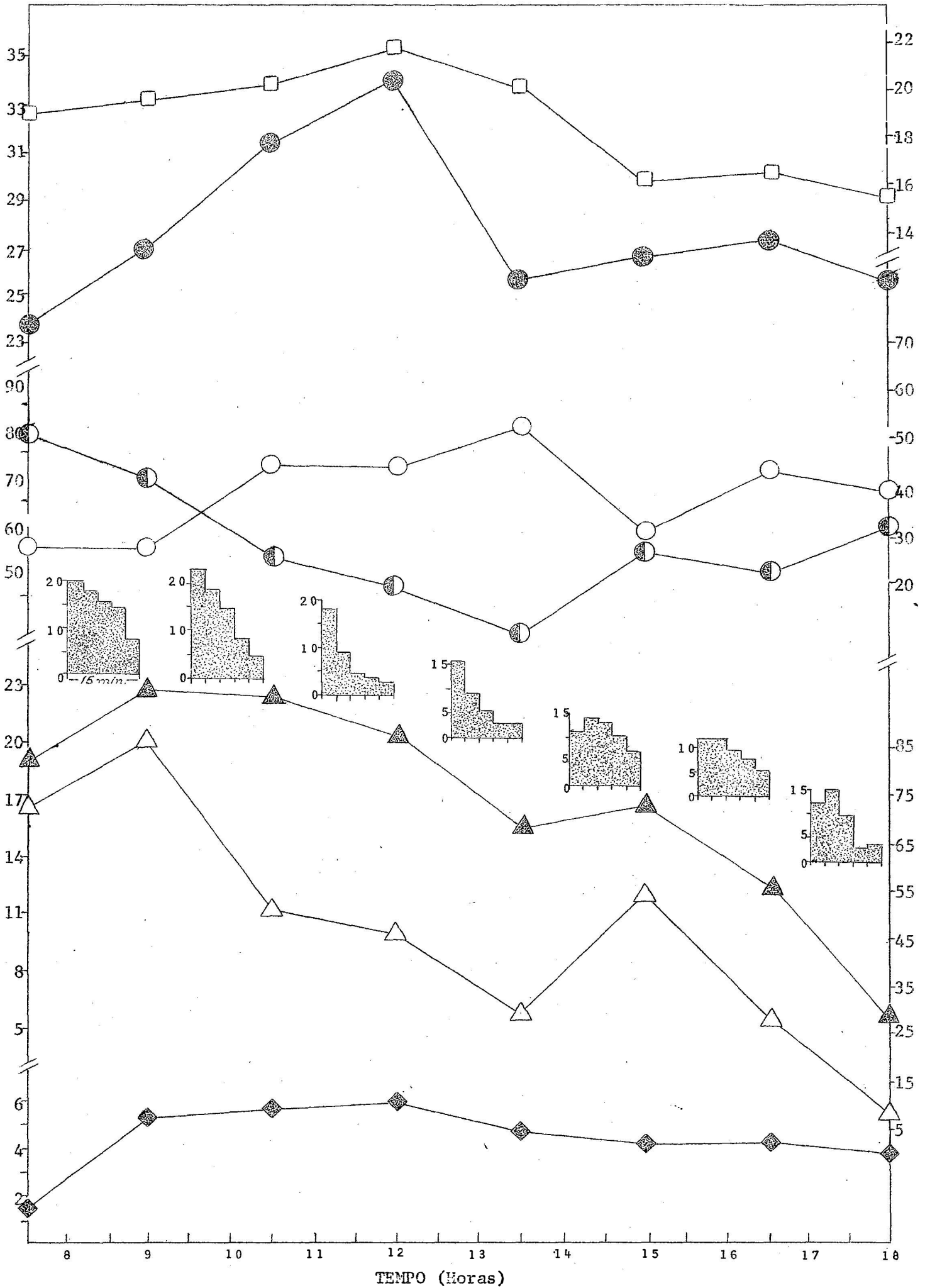


TABELA 30 - Andamento diário da transpiração total e estomatar na Experiência n.º 3 (31/1/71).

| Períodos do dia | Transpiração total (T_t) | Transpiração estomatar (T_e) | $\frac{T_e}{T_t} \times 100$ |
|-----------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 7:00/8:00 | 19,1 | 15,2 | 79,6 |
| 8:00/9:30 | 22,8 | 19,8 | 86,8 |
| 9:30/11:00 | 22,5 | 19,9 | 88,4 |
| 11:00/12:30 | 20,4 | 18,0 | 88,2 |
| 12:30/14:00 | 15,8 | 12,6 | 79,7 |
| 14:00/15:30 | 16,9 | 14,3 | 84,6 |
| 15:30/17:00 | 12,7 | 10,6 | 83,5 |
| 17:00/18:00 | 5,7 | 4,8 | 84,2 |
| Média | 17,0 | 14,4 | 84,4 |

A transpiração cuticular apresentou valores absolutos baixos, que oscilaram entre um mínimo de $0,9 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$, no período das 17 às 18 horas, e um máximo de $3,8 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$, constatado no início da manhã, das 7 às 8 horas. O valor médio de $2,6 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$ foi obtido no decorrer do andamento diário, como mostra a Tabela 31, onde são expostos os valores de transpiração (total, estomatar, cuticular) junto aos valores da transpiração cuticular em percentagens da transpiração total e estomatar.

A transpiração relativa (Tabela 29), apresentou seu valor mais elevado (86,4%) nas primeiras horas da manhã, no período das 8 às 9:30 horas. Daí por diante, os valores caíram progressivamente até as 13:30 horas, aproximadamente. Após uma elevação para 54,9%, caíram novamente até atingir seu valor mínimo (8,6%), no período das 17 às 18 horas. O valor médio de transpiração relativa calculado para o andamento diário foi de 47,3%.

TABELA 31 - Andamento diário dos valores de transpiração total e cuticular na Experiência n.º 3 (31/1/71).

| Período do dia | Valores da transpiração | | | Transpiração cuticular | |
|----------------|-------------------------|-----------|-----------|------------------------|------------------|
| | Total | Estomatar | Cuticular | % T _t | % T _e |
| 7:00 / 8:00 | 19,1 | 15,2 | 3,8 | 20,2 | 25,2 |
| 8:00 / 9:30 | 22,8 | 19,8 | 3,1 | 13,4 | 15,5 |
| 9:30/11:00 | 22,5 | 19,9 | 2,5 | 11,3 | 12,7 |
| 11:00/12:30 | 20,4 | 18,0 | 2,4 | 11,7 | 13,2 |
| 12:30/14:00 | 15,8 | 12,6 | 3,1 | 19,8 | 24,7 |
| 14:00/15:30 | 16,9 | 14,3 | 2,7 | 15,6 | 18,5 |
| 15:30/17:00 | 12,7 | 10,6 | 2,1 | 16,6 | 19,9 |
| 17:00/18:00 | 5,7 | 4,8 | 0,9 | 15,9 | 18,8 |
| Média | 17,0 | 14,4 | 2,6 | 15,5 | 18,6 |

5.2.4 - Transpiração em Fevereiro. Experiência n.º 4 (Fig. 13)

O andamento diário da evaporação realizado no mes de fevereiro (14/2/71), apresentou uma curva caracterizada pela contínua elevação dos seus valores, praticamente durante o dia todo. Partindo do valor mínimo (13,2 mg/dm²/min), no início do andamento, das 7 às 8 horas, o valor máximo (61,6 mg/dm²/min) foi atingido ao redor das 14:30 horas. Valor esse que, após ser mantido até o fim do período das 15:30 as 17 horas, caiu para 52,8 mg/dm²/min no fim da tarde. O valor médio de evaporação calculado para o andamento diário foi de 40,7 mg/dm²/min. A curva da evaporação mostrou-se paralela à da temperatura e divergente das de pressão do vapor e umidade relativa do ar, durante o decorrer do dia.

A curva da temperatura, de paralelismo marcante com a de evaporação, teve valores em elevação contínua durante todo o dia. Seu valor máximo (33,7 °C, Tabela 32) verificou-se logo depois do horário dos valores mínimos de pressão do vapor (16,2 mm Hg, Tabela 18) e umidade relativa do ar (44,5%, Tabela 32), observados no período das 14 às 15:30 horas.

TABELA 32 - Andamento diário da transpiração de Coffea arabica L. em Mundo Novo, a 14/2/71, em Piracicaba, SP.

| Número | PD | HS | TT | EV | TR | TC | DS | LX | TP | UR |
|--------|-------------|----------|------|------|------|-----|-----|--------|------|------|
| 1 | 7:00/8:00 | 7:05:25 | 8,4 | | | | 0,2 | 40,0 | 23,0 | 89,6 |
| | | 7:08:25 | 9,9 | 13,2 | 70,5 | 2,2 | 0,5 | 72,0 | 23,6 | 91,5 |
| | | 7:14:45 | 9,5 | | | | 0,2 | 89,0 | 25,0 | 82,5 |
| | Média | | 9,3 | | | | 0,3 | 67,0 | 23,7 | 87,9 |
| 2 | 8:00/9:30 | 8:31:00 | 7,8 | | | | 3,5 | >100,0 | 26,0 | 74,6 |
| | | 8:34:25 | 21,9 | 20,5 | 65,9 | 2,1 | 4,7 | 98,0 | 26,0 | 81,4 |
| | | 8:38:20 | 10,9 | | | | 3,4 | >100,0 | 29,0 | 66,9 |
| | Média | | 13,5 | | | | 3,9 | 99,3 | 27,0 | 74,3 |
| 3 | 9:30/11:00 | 10:05:50 | 11,8 | | | | 3,0 | 30,0 | 28,0 | 72,3 |
| | | 10:08:35 | 8,8 | 35,2 | 37,2 | 3,4 | 2,9 | >100,0 | 30,2 | 66,3 |
| | | 10:11:00 | 18,7 | | | | 5,0 | >100,0 | 30,0 | 64,7 |
| | Média | | 13,1 | | | | 3,6 | 76,6 | 29,4 | 67,8 |
| 4 | 11:00/12:30 | 11:31:15 | 18,7 | | | | 3,6 | 100,0 | 30,4 | 56,1 |
| | | 11:34:00 | 22,1 | 44,0 | 45,2 | 5,0 | 3,9 | 99,0 | 33,0 | 56,3 |
| | | 11:37:30 | 18,9 | | | | 5,0 | 90,0 | 32,0 | 52,4 |
| | Média | | 19,9 | | | | 4,1 | 96,3 | 31,8 | 54,9 |

PD = Período do dia

(continua...)

HS = Horas do dia

TT = Transpiração total (mg/dm²/min)

EV = Evaporação (mg/dm²/min)

TR = Transpiração relativa (%)

TC = Transpiração cuticular (mg/dm²/min)

DS = Déficit de saturação foliar (%)

LX = Luminosidade (lux · 10³)

TP = Temperatura do ar (°C)

UR = Umidade relativa (%) . Valor tabular

TABELA 31 - (continuação)

| Número | PD | HS | TT | EV | TR | TC | DS | LX | TP | UR |
|--------|-------------|----------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|
| 5 | 12:30/14:00 | 13:03:35 | 23,2 | | | | 3,7 | 80,0 | 33,0 | 49,6 |
| | | 13:08:10 | 28,6 | 52,8 | 46,8 | 2,4 | 5,3 | 58,0 | 32,0 | 48,4 |
| | | 13:12:00 | 22,3 | | | | 4,7 | 45,0 | 33,0 | 49,6 |
| | Média | | 24,7 | | | | 4,6 | 61,0 | 32,7 | 49,2 |
| 6 | 14:00/15:30 | 14:32:10 | 5,5 | | | | 4,1 | 41,0 | 33,0 | 43,4 |
| | | 14:34:35 | 5,1 | 61,6 | 8,6 | 1,1 | 3,2 | 32,0 | 33,2 | 42,4 |
| | | 14:37:00 | 5,4 | | | | 3,6 | 28,0 | 33,2 | 47,6 |
| | Média | | 5,3 | | | | 3,6 | 33,6 | 33,1 | 44,5 |
| 7 | 15:30/17:00 | 16:01:35 | 5,7 | | | | 1,2 | 19,0 | 34,4 | 48,7 |
| | | 16:03:05 | 9,2 | 61,6 | 11,4 | 3,3 | 4,4 | 5,8 | 34,0 | 50,6 |
| | | 16:05:40 | 6,0 | | | | 3,0 | 4,3 | 33,0 | 44,5 |
| | Média | | 7,0 | | | | 2,8 | 9,7 | 33,7 | 47,9 |
| 8 | 17:00/18:00 | 17:32:05 | 8,4 | | | | 4,6 | 3,1 | 33,0 | 56,3 |
| | | 17:35:45 | 3,3 | 52,8 | 9,3 | 2,0 | 1,6 | 2,1 | 31,0 | 66,9 |
| | | 17:37:30 | 3,0 | | | | 3,9 | | | |
| | Média | | 4,9 | | | | 3,4 | 2,6 | 32,0 | 61,6 |

PD = Período do dia

HS = Horas do dia

TT = Transpiração total (mg/dm²/min)

EV = Evaporação (mg/dm²/min)

TR = Transpiração relativa (%)

TC = Transpiração cuticular (mg/dm²/min)

DS = Déficit de saturação foliar (%)

LX = Luminosidade (lux . 10³)

TP = Temperatura do ar (°C)

UR = Umidade relativa (%). Valor tabular

FIGURA 13 - Andamento diário dos fatores microclimáticos, hidrorreação dos estômatos e marcha diária da transpiração do cafeeiro (Coffea arabica L. cv. Mundo Novo), cultivado ao sol, na estação chuvosa, a 14/02/71, em Piracicaba, SP.









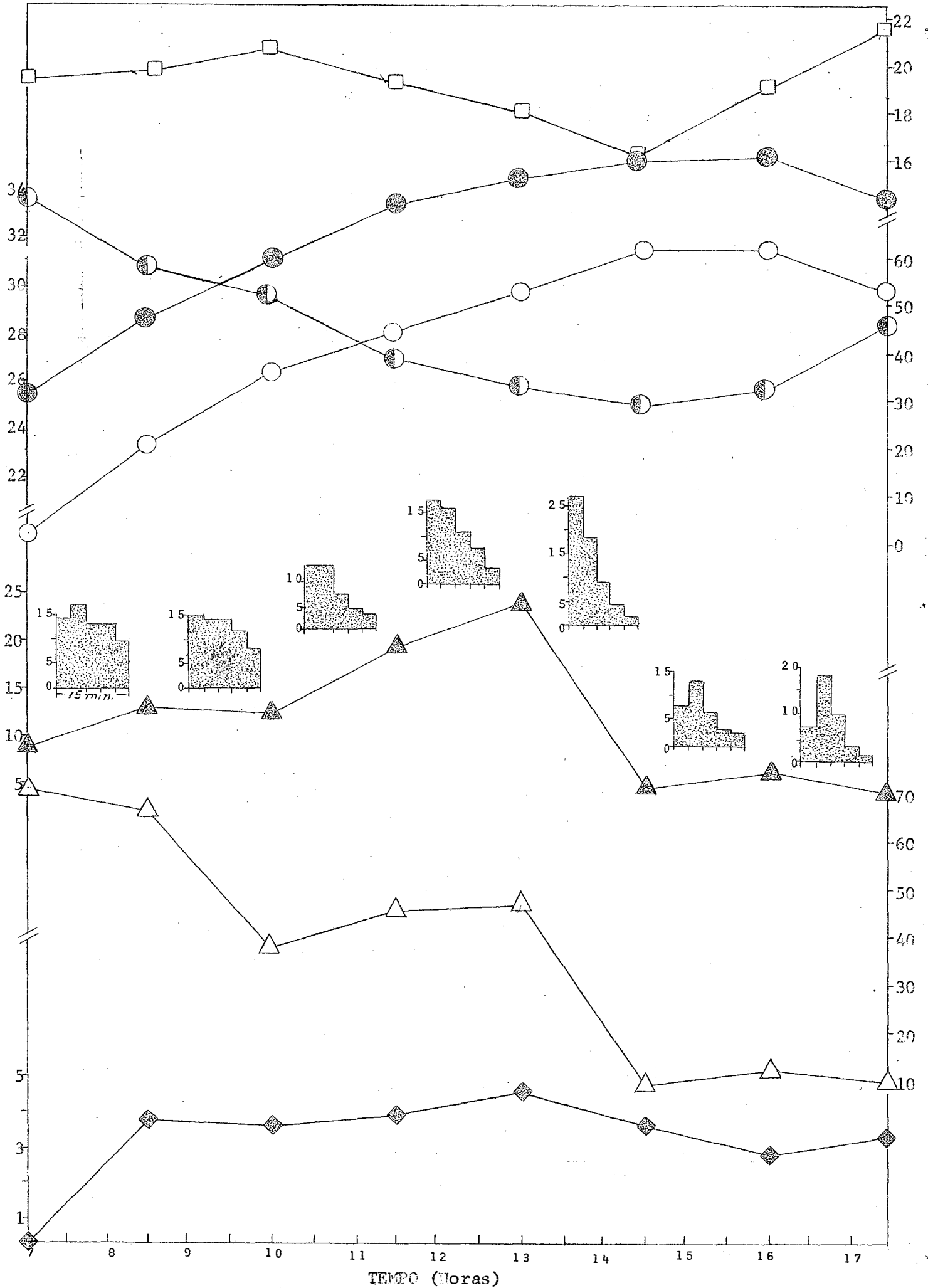
-  Pressão do vapor (mm Hg)
-  Umidade relativa do ar (%)
-  Temperatura à sombra (°C)
-  Poder evaporante do ar (mg/dm²/min)
-  Hidrorreação dos estômatos (mg/dm²/min)
-  Transpiração absoluta (mg/dm²/min)
-  Transpiração relativa % (T/E x 100)
-  Déficit de saturação das folhas (%)

FIG. 13



A divergência das curvas de pressão do vapor e umidade relativa do ar com as curvas de evaporação e temperatura, foi claramente manifesta durante todo o andamento diário, nesta experiência.

A curva do andamento diário da transpiração total apresentou valores iniciais de $9,3 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$, no período das 7 às 8 horas, que se mantiveram mais ou menos estáveis até as 10 horas. A partir de então, elevaram-se sensivelmente até um máximo ($24,7 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$) atingido às 13:30 horas, aproximadamente, caindo depois repentinamente para $5,3 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$ no intervalo da hora seguinte. Após ligeira elevação dos valores para $7 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$, no período das 15:30 às 17 horas, caíram de novo para $4,9 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$, valor mínimo atingido em todo o andamento, como pode ser verificado na Tabela 32. O valor máximo de transpiração total coincidiu com elevações acentuadas de temperatura e evaporação, e com decréscimos igualmente acentuados de pressão do vapor e umidade relativa do ar. O valor médio de transpiração total calculado para o andamento diário foi de $12,2 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$.

A transpiração estomatar (Tabela 33) oscilou entre um valor mínimo ($2,9 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$), constatado no fim da tarde, no período das 17 às 18 horas, e um máximo ($21,8 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$) verificado no período das 11 às 12:30 horas.

O valor médio de $9,5 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$ foi calculado para o dia todo, como é mostrado na Tabela 33 junto aos outros valores obtidos nos diferentes períodos do dia e do valor da transpiração estomatar em percentagem da transpiração total.

TABELA 33 - Andamento diário da transpiração total e estomatar na Experiência n.º 4 (14/2/71).

| Período do dia | Transpiração total (T_t) | Transpiração estomatar (T_e) | $\frac{T_e}{T_t} \times 100$ |
|----------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 7:00 / 8:00 | 9,3 | 7,1 | 76,3 |
| 8:00 / 9:30 | 13,5 | 11,2 | 84,4 |
| 9:30/11:00 | 13,1 | 9,7 | 71,9 |
| 11:00/12:30 | 19,9 | 14,9 | 74,9 |
| 12:30/14:00 | 24,7 | 21,8 | 88,3 |
| 14:00/15:30 | 5,4 | 4,3 | 49,6 |
| 15:30/17:00 | 7,0 | 3,6 | 52,4 |
| 17:00/18:00 | 4,9 | 2,9 | 59,2 |
| Média | 12,2 | 9,5 | 73,3 |

A transpiração cuticular (Tabela 34) apresentou valores baixos, que oscilaram entre um mínimo de 1,1 mg/dm²/min, no período das 14 às 15:30 horas, e um máximo de 3,4 mg/dm²/min, no período das 9:30 às 11 horas da manhã. O valor médio de 2,7 mg/dm²/min caracterizou o aumento diário da transpiração cuticular, como é mostrado na Tabela 34, que reúne também os valores da transpiração (total, estomatar, cuticular) junto aos da transpiração cuticular em percentagens da transpiração total e estomatar.

A transpiração relativa (Tabela 32), apresentou seu valor mais elevado (70,5%) no início do dia, no período das 7 às 8 horas. Daí por diante os valores caíram para atingir 37,2% no período das 9:30 às 11 horas. A partir desse ponto, após ligeira elevação de 8% aproximadamente, caíram de novo durante a tarde até um mínimo em redor de um valor médio de 9,7%. O valor médio calculado para o andamento diário foi de 36,9%. Praticamente, o paralelismo entre as curvas de transpiração total e relativa foi manifesto ao decorrer do dia todo.

TABELA 34 - Andamento diário dos valores da transpiração total e cuticular na Experiência n.º 4 (14/2/71).

| Períodos do dia | Valores da transpiração | | | Transpiração cuticular | |
|-----------------|-------------------------|-----------|-----------|------------------------|------------------|
| | Total | Estomatar | Cuticular | % T _t | % T _e |
| 7:00/ 8:00 | 9,3 | 7,1 | 2,2 | 23,8 | 31,2 |
| 8:00/ 9:30 | 13,5 | 11,4 | 2,1 | 15,5 | 18,3 |
| 9:30/11:00 | 13,1 | 9,7 | 3,4 | 25,8 | 34,9 |
| 11:00/12:30 | 19,9 | 14,9 | 5,0 | 25,3 | 33,8 |
| 12:30/14:00 | 24,7 | 21,8 | 2,4 | 9,7 | 11,0 |
| 14:00/15:30 | 5,4 | 4,3 | 1,1 | 19,6 | 24,4 |
| 15:30/17:00 | 7,0 | 3,6 | 3,3 | 47,9 | 92,0 |
| 17:00/18:00 | 4,9 | 2,9 | 2,0 | 40,7 | 68,6 |
| Média | 12,2 | 9,5 | 2,7 | 26,0 | 39,3 |

5.2.5 - Transpiração em Março. Experiência n.º 5 (Fig. 14)

Durante a primeira quinzena de março (15/3/71), a curva do andamento diário da evaporação, partindo de valores nulos (Tabela 35), caracterizou-se pela elevação contínua dos valores durante toda a manhã e primeiras horas da tarde. Valores de 20,5 mg/dm²/min já foram alcançados no período das 8 às 9:30 horas, atingindo o máximo do andamento diário (79,3 mg/dm²/min), no período das 14 às 15:30 horas. A partir desse ponto, os valores caíram até o fim do dia, quando ainda representavam o 50% (39,6 mg/dm²/min) do referido máximo, aliás, muito próximo do valor médio de evaporação (37,4 mg/dm²/min) calculado para o andamento diário.

A curva da temperatura, com muito poucas variações, foi acompanhada pela da evaporação, e foi sempre divergente da curva de umidade relativa do ar. A de pressão do vapor, entretanto, apresentou amplas oscilações, mostrando duas quedas dos valores: uma no início da manhã, das 8 às 9 horas, que coincidiu com a elevação dos valores de temperatura e transpiração total, e outra à tarde, ao redor das 15:30 horas, que coincidiu com os valores máximos

TABELA 35 - Andamento diário da transpiração de Coffea arabica L. cv. Mundo Novo, a 15/3/71, em Piracicaba, SP.

| Número | PD | HS | TT | EV | TR | TC | DS | LX | TP | UR |
|--------|-------------|----------|------|------|------|-----|-----|--------|--------|------|
| 1 | 7:00/8:00 | 7:20:35 | 9,3 | | | | 1,4 | 42,0 | 22,2 | 97,6 |
| | | 7:24:40 | 7,6 | 0,0 | 0,0 | 4,0 | 0,5 | 62,0 | 22,8 | 89,7 |
| | | 7:29:00 | 7,9 | | | | | 2,1 | 81,0 | 24,0 |
| | Média | | 8,3 | | | | 1,3 | 61,6 | 23,0 | 88,6 |
| 2 | 8:00/9:30 | 8:30:40 | 12,0 | | | | 1,9 | 87,0 | 25,0 | 55,7 |
| | | 8:32:45 | 18,2 | 20,5 | 87,8 | 3,3 | 2,2 | 100,0 | 27,0 | 66,9 |
| | | 8:35:30 | 23,8 | | | | | 4,2 | >100,0 | 28,0 |
| | Média | | 18,0 | | | | 2,8 | 95,6 | 26,7 | 62,8 |
| 3 | 9:30/11:00 | 10:05:15 | 17,0 | | | | 5,1 | >100,0 | 30,0 | 60,2 |
| | | 10:09:00 | 25,3 | 35,2 | 58,8 | 3,7 | 1,9 | >100,0 | 31,2 | 54,2 |
| | | 10:13:35 | 19,9 | | | | | 9,1 | 100,0 | 31,6 |
| | Média | | 20,7 | | | | 5,4 | >100,0 | 30,9 | 56,4 |
| 4 | 11:00/12:30 | 11:32:30 | 9,5 | | | | 4,9 | 97,0 | 33,0 | 56,3 |
| | | 11:36:40 | 10,8 | 52,8 | 24,4 | 2,7 | 6,0 | 85,0 | 34,2 | 51,0 |
| | | 11:40:55 | 18,5 | | | | | 4,7 | 75,0 | 35,0 |
| | Média | | 12,9 | | | | 5,2 | 85,6 | 34,1 | 53,5 |

PD = Período do dia

(continua ...)

HS = Horas do dia

TT = Transpiração total (mg/dm²/min)

EV = Evaporação (mg/dm²/min)

TR = Transpiração relativa (%)

TC = Transpiração cuticular (mg/dm²/min)

DS = Déficit de saturação foliar (%)

LX = Luminosidade (lux . 10³)

TP = Temperatura do ar (°C)

UR = Umidade relativa (%). Valor tabular

TABELA 35 - (continuação)

| Número | PD | HS | TT | EV | TR | TC | DS | LX | TP | UR |
|--------|-------------|----------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|
| 5 | 12:30/14:00 | 13:03:30 | 13,2 | | | | 6,7 | 60,0 | 34,0 | 49,3 |
| | | 13:07:25 | 19,0 | 61,6 | 24,7 | 3,5 | 3,4 | 25,0 | 35,0 | 44,5 |
| | | 13:13:15 | 13,3 | | | | | 6,0 | 12,0 | 33,0 |
| | Média | | 15,2 | | | | 5,4 | 32,3 | 34,0 | 45,7 |
| 6 | 14:00/15:30 | 14:34:55 | 28,8 | | | | 2,5 | 30,0 | 35,2 | 46,0 |
| | | 14:38:40 | 29,0 | 79,3 | 34,7 | 2,1 | 4,7 | 15,0 | 35,4 | 42,6 |
| | | 14:42:00 | 24,6 | | | | | 4,6 | 12,0 | 35,2 |
| | Média | | 27,5 | | | | 3,9 | 19,0 | 35,3 | 38,9 |
| 7 | 15:30/17:00 | 16:02:30 | 17,5 | | | | 5,9 | 9,0 | 35,0 | 45,6 |
| | | 16:05:45 | 12,4 | 70,5 | 17,6 | 1,7 | 3,3 | 8,0 | 35,0 | 39,9 |
| | | 16:10:15 | 7,2 | | | | | 3,8 | 7,3 | 34,0 |
| | Média | | 12,4 | | | | 4,3 | 8,1 | 34,7 | 45,4 |
| 8 | 17:00/18:00 | 17:31:20 | 2,7 | | | | 1,2 | 4,3 | 32,0 | 55,2 |
| | | 17:34:10 | 4,7 | 39,6 | 8,1 | 1,0 | 2,2 | 1,9 | 30,0 | 67,5 |
| | | 17:36:30 | 2,2 | | | | | 1,3 | | |
| | Média | | 3,2 | | | | 1,6 | 3,1 | 31,0 | 61,3 |

PD = Período do dia

HS = Horas do dia

TT = Transpiração total (mg/dm²/min)

EV = Evaporação (mg/dm²/min)

TR = Transpiração relativa (%)

TC = Transpiração cuticular (mg/dm²/min)

DS = Déficit de saturação foliar

LX = Luminosidade (lux . 10³)

TP = Temperatura do ar (°C)

UR = Umidade relativa (%). Valor tabular

FIGURA 14 - Andamento diário dos fatores microclimáticos, hidrorreação dos estômatos e marcha diária da transpiração do cafeeiro (Coffea arabica L. cv. Mundo Novo), cultivado ao sol, na estação chuvosa, a 15/03/71, em Piracicaba, SP.









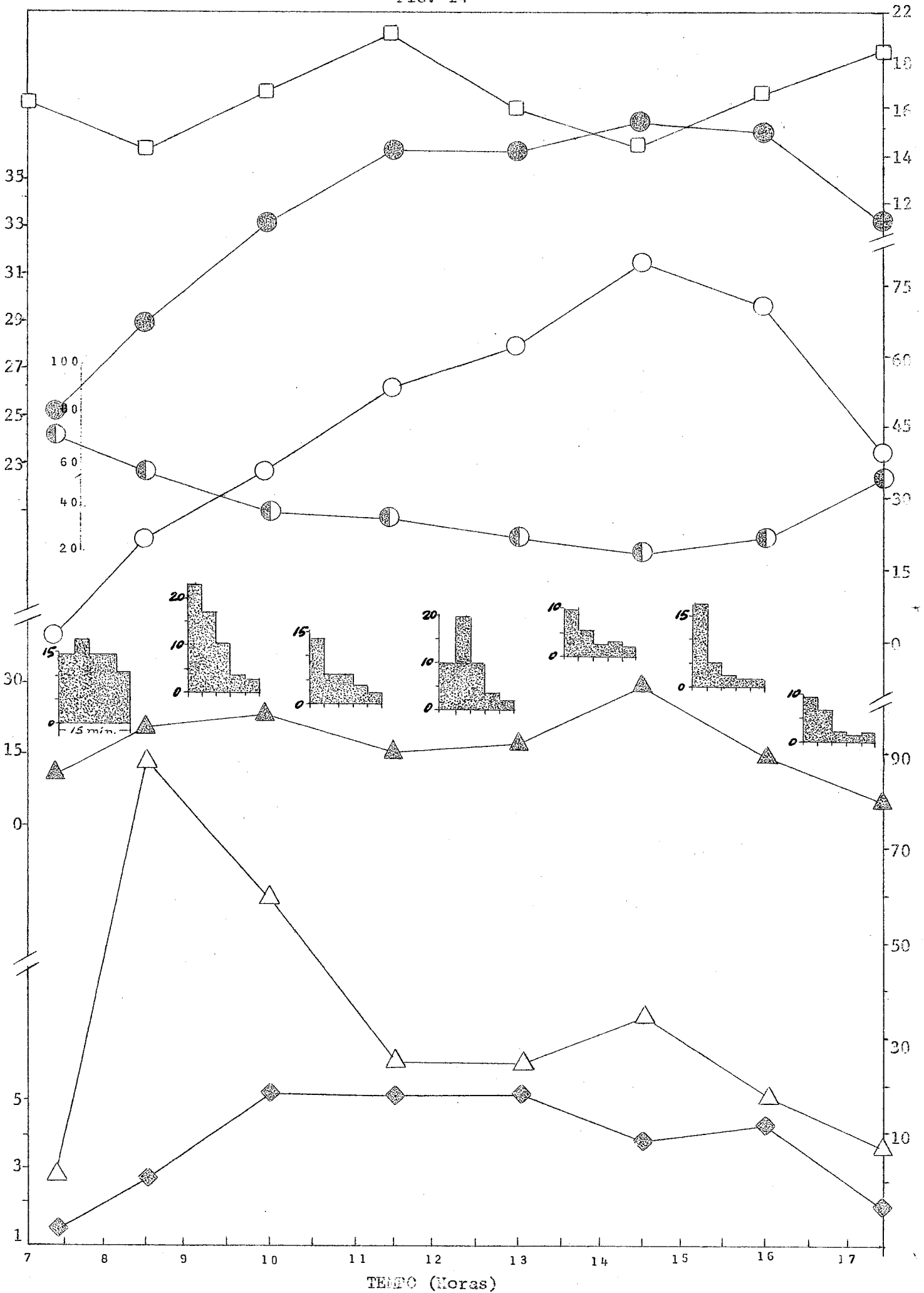
-  Pressão do vapor (mm Hg)
-  Umidade relativa do ar (%)
-  Temperatura à sombra (°C)
-  Poder evaporante do ar (mg/dm²/min)
-  Hidrorreação dos estômatos (mg/dm²/min)
-  Transpiração absoluta (mg/dm²/min)
-  Transpiração relativa % (T/E x 100)
-  Déficit de saturação das folhas (%)

FIG. 14



de temperatura, evaporação e transpiração total e com o mínimo de umidade relativa do ar. O valor máximo de pressão do vapor (22,2 mm Hg) foi atingido às 12:30 horas, aproximadamente, como pode ser verificado na Tabela 19 .

A curva do andamento diário da transpiração total apresentou valores iniciais ao redor de $8 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$, elevando-se no decorrer da manhã até $20,7 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$, valor atingido no período das 9:30 às 11 horas. Uma queda dos valores para $12,9 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$, no período seguinte (das 11 às 12:30 horas), foi seguida de aumento sucessivo até atingir o máximo do dia todo ($27,5 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$), no período das 14 às 15:30 horas. Daí por diante, os valores caíram sensivelmente para $3,2 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$, valor mínimo de todo o andamento, atingido no período das 17 às 18 horas. O valor médio de transpiração total calculado para o andamento diário foi de $14,8 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$. No mesmo período (14 às 15:30 horas) do máximo de transpiração total, ocorreram os valores máximos de evaporação e temperatura, e também os valores mínimos de pressão do vapor e umidade relativa do ar.

A transpiração estomatar (Tabela 36) oscilou entre um valor mínimo ($2,2 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$), constatado no fim da tarde, no período das 17 às 18 horas, e um máximo ($25,4 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$) verificado durante a tarde, no período das 14 às 15:30 horas. Uma diminuição de $17 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$ para $10,3 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$, foi constatada no período das 11 às 12:30 horas. O valor médio encontrado no andamento diário foi de $12 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$, como é mostrado na Tabela 36 junto aos dados obtidos nos diferentes períodos do dia e do valor da transpiração estomatar, em percentagem da transpiração total.

TABELA 36 - Andamento diário da transpiração total e estomatar na Experiência n.º 5 (15/3/71).

| Períodos do dia | Transpiração total (T_t) | Transpiração estomatar (T_e) | $\frac{T_e}{T_t} \times 100$ |
|-----------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 7:00/8:00 | 8,3 | 4,3 | 51,8 |
| 8:00/9:30 | 18,0 | 14,6 | 81,1 |
| 9:30/11:00 | 20,7 | 17,0 | 82,1 |
| 11:00/12:30 | 12,9 | 10,3 | 79,8 |
| 12:30/14:00 | 15,2 | 11,7 | 77,0 |
| 14:00/15:30 | 27,5 | 25,4 | 92,4 |
| 15:30/17:00 | 12,4 | 10,7 | 86,3 |
| 17:00/18:00 | 3,2 | 2,2 | 68,8 |
| Média | 14,8 | 12,0 | 77,4 |

A transpiração cuticular (Tabela 37) apresentou valores baixos, que oscilaram entre um mínimo de $1,0 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$, no período das 17 às 18 horas, e um máximo de $4,0 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$, no início do dia das 7 às 8 horas da manhã. O valor médio de $2,7 \text{ mg/dm}^2/\text{min}$ caracterizou a transpiração cuticular neste andamento, como é mostrado na Tabela 37, que reúne ademais os valores da transpiração (total, estomatar, cuticular) junto aos da transpiração cuticular em percentagens da transpiração total e estomatar.

A transpiração relativa (Tabela 35), apresentou seu valor máximo (87,8%) nas primeiras horas da manhã, no período das 8 às 9:30 horas. Daí por diante, acompanhando quase paralelamente a curva da transpiração total, após uma queda para 24,4%, ao redor das 11:30 horas, atingiu um valor mínimo de 8,1% no fim do dia, no período das 17 às 18 horas. O valor médio de transpiração relativa calculado para o andamento diário foi de 32,0%.

TABELA 37 - Andamento diário dos valores da transpiração total e cuticular na Experiência n.º 5 (15/3/71).

| Períodos do dia | Valores da transpiração | | | Transpiração cuticular | |
|-----------------|-------------------------|-----------|-----------|------------------------|------------------|
| | Total | Estomatar | Cuticular | % T _t | % T _e |
| 7:00/8:00 | 8,3 | 4,3 | 4,0 | 48,1 | 92,8 |
| 8:00/9:30 | 18,0 | 14,6 | 3,3 | 18,6 | 22,8 |
| 9:30/11:00 | 20,7 | 17,0 | 3,7 | 17,9 | 21,8 |
| 11:00/12:30 | 12,9 | 10,3 | 2,7 | 20,5 | 25,8 |
| 12:30/14:00 | 15,2 | 11,7 | 3,5 | 22,7 | 29,4 |
| 14:00/15:30 | 27,5 | 25,4 | 2,1 | 7,7 | 8,3 |
| 15:30/17:00 | 12,4 | 10,7 | 1,7 | 13,5 | 15,6 |
| 17:00/18:00 | 3,2 | 2,2 | 1,0 | 32,4 | 47,9 |
| Média | 14,8 | 12,1 | 2,7 | 22,7 | 33,1 |

5.2.6 - Transpiração em Março. Experiência n.º 6 (Fig. 15)

Durante a segunda quinzena de março (29/3/71), a curva do andamento diário da evaporação caracterizou-se pela elevação contínua dos valores, durante todo o dia. Partindo do valor mínimo (13,2 mg/dm²/min) no início do dia, um máximo de 70,5 mg/dm²/min foi atingido às 15 horas, aproximadamente, valor esse que foi mantido até o encerramento do andamento diário, o qual teve sua evaporação média calculada em 48,1 mg/dm²/min.

A curva da temperatura foi acompanhada quase paralelamente pela da evaporação. A de pressão do vapor mostrou valores mais elevados no período da manhã, sendo relativamente mais baixos à tarde, mantendo-se porém, os valores, em uma faixa estreita de variação (5 mm Hg de amplitude), como pode ser verificado na Tabela 20.

A curva da umidade relativa do ar, em franco antagonismo com as de temperatura e evaporação, teve no entanto, quase um paralelismo perfeito com a de pressão do vapor. Os dados são expostos a seguir na Tabela 38, ob-

TABELA 38 - Andamento diário da transpiração de Coffea arabica L. cv. Mundo Novo, a 29/3/71, em Piracicaba, SP.

| Número | PD | HS | TT | EV | TR | TC | DS | LX | TP | UR |
|--------|-------------|----------|------|------|-------|-----|------|--------|------|-------|
| 1 | 7:00/8:00 | 7:35:45 | 18,3 | | | | 3,9 | 30,0 | 18,0 | 100,0 |
| | | 7:40:10 | 15,6 | 13,2 | 134,8 | 4,5 | 4,0 | 75,0 | 19,0 | 85,8 |
| | | 7:44:15 | 19,5 | | | | 1,1 | 86,0 | 20,6 | 84,9 |
| | Média | | 17,8 | | | | 3,0 | 63,6 | 19,2 | 90,2 |
| 2 | 8:00/9:30 | 9:05:45 | 18,5 | | | | 3,0 | 88,0 | 22,0 | 79,4 |
| | | 9:09:55 | 20,2 | 20,6 | 96,1 | 2,7 | 4,2 | >100,0 | 24,0 | 74,9 |
| | | 9:13:40 | 20,3 | | | | 3,0 | >100,0 | 26,0 | 66,2 |
| | Média | | 19,7 | | | | 3,4 | 96,0 | 24,0 | 73,5 |
| 3 | 9:30/11:00 | 10:30:35 | 18,0 | | | | 5,1 | 100,0 | 25,0 | 71,8 |
| | | 10:32:00 | 22,2 | 30,8 | 69,8 | 3,8 | 4,0 | >100,0 | 26,6 | 59,6 |
| | | 10:35:05 | 24,3 | | | | 3,6 | >100,0 | 28,0 | 52,0 |
| | Média | | 21,5 | | | | 4,2 | 100,0 | 26,5 | 61,1 |
| 4 | 11:00/12:30 | 12:05:50 | 17,4 | | | | 10,5 | 81,0 | 27,0 | 49,1 |
| | | 12:10:30 | 17,3 | 52,8 | 34,1 | 3,2 | 4,8 | 80,0 | 28,0 | 50,6 |
| | | 12:13:25 | 19,4 | | | | 5,4 | 66,0 | 30,0 | 47,2 |
| | Média | | 18,0 | | | | 6,9 | 75,6 | 28,3 | 48,9 |

PD = Período do dia

(continua...)

HS = Horas do dia

TT = Transpiração total (mg/dm²/min)

EV = Evaporação (mg/dm²/min)

TR = Transpiração relativa (%)

TC = Transpiração cuticular (mg/dm²/min)

DS = Déficit de saturação foliar (%)

LX = Luminosidade (lux · 10³)

TP = Temperatura do ar (°C)

UR = Umidade relativa (%). Valor tabular

TABELA 38 - (continuação)

| Número | PD | HS | TT | EV | TR | TC | DS | LX | TP | UR |
|--------|-------------|----------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|
| 5 | 12:30/14:00 | 13:33:00 | 26,8 | | | | 4,0 | 50,0 | 30,0 | 39,0 |
| | | 13:36:20 | 23,2 | 61,6 | 37,5 | 1,2 | 4,5 | 37,0 | 29,0 | 44,4 |
| | | 13:40:00 | 19,2 | | | | 4,9 | 30,0 | 29,4 | 42,4 |
| | Média | | 23,1 | | | | 4,8 | 39,0 | 29,5 | 41,9 |
| 6 | 14:00/15:30 | 15:02:00 | 9,1 | | | | 3,5 | 25,0 | 30,0 | 39,0 |
| | | 15:07:05 | 8,5 | 70,5 | 12,6 | 2,2 | 4,0 | 22,0 | 30,0 | 37,7 |
| | | 15:11:20 | 9,1 | | | | 3,0 | 17,0 | 30,0 | 37,7 |
| | Média | | 8,9 | | | | 3,5 | 21,3 | 30,0 | 38,1 |
| 7 | 15:30/17:00 | 16:33:10 | 9,2 | | | | 3,2 | 13,0 | 29,0 | 43,0 |
| | | 16:37:15 | 6,9 | 70,5 | 11,8 | 1,3 | 3,1 | 9,5 | 29,0 | 47,3 |
| | | 16:42:10 | 8,8 | | | | 3,5 | 6,8 | 28,0 | 52,2 |
| | Média | | 8,3 | | | | 3,3 | 9,8 | 28,7 | 47,5 |

PD = Período do dia

HS = Horas do dia

TT = Transpiração total (mg/dm²/min)

EV = Evaporação (mg/dm²/min)

TR = Transpiração relativa (%)

TC = Transpiração cuticular (mg/dm²/min)

DS = Déficit de saturação foliar (%)

LX = Luminosidade (lux · 10³)

TP = Temperatura do ar (°C)

UR = Umidade relativa (%). Valor tabular

FIGURA 15 - Andamento diário dos fatores microclimáticos, hidrorreação dos estômatos e marcha diária da transpiração do cafeeiro (Coffea arabica L. cv. Mundo Novo), cultivado ao sol, na estação chuvosa, a 29/03/71, em Piracicaba, SP.









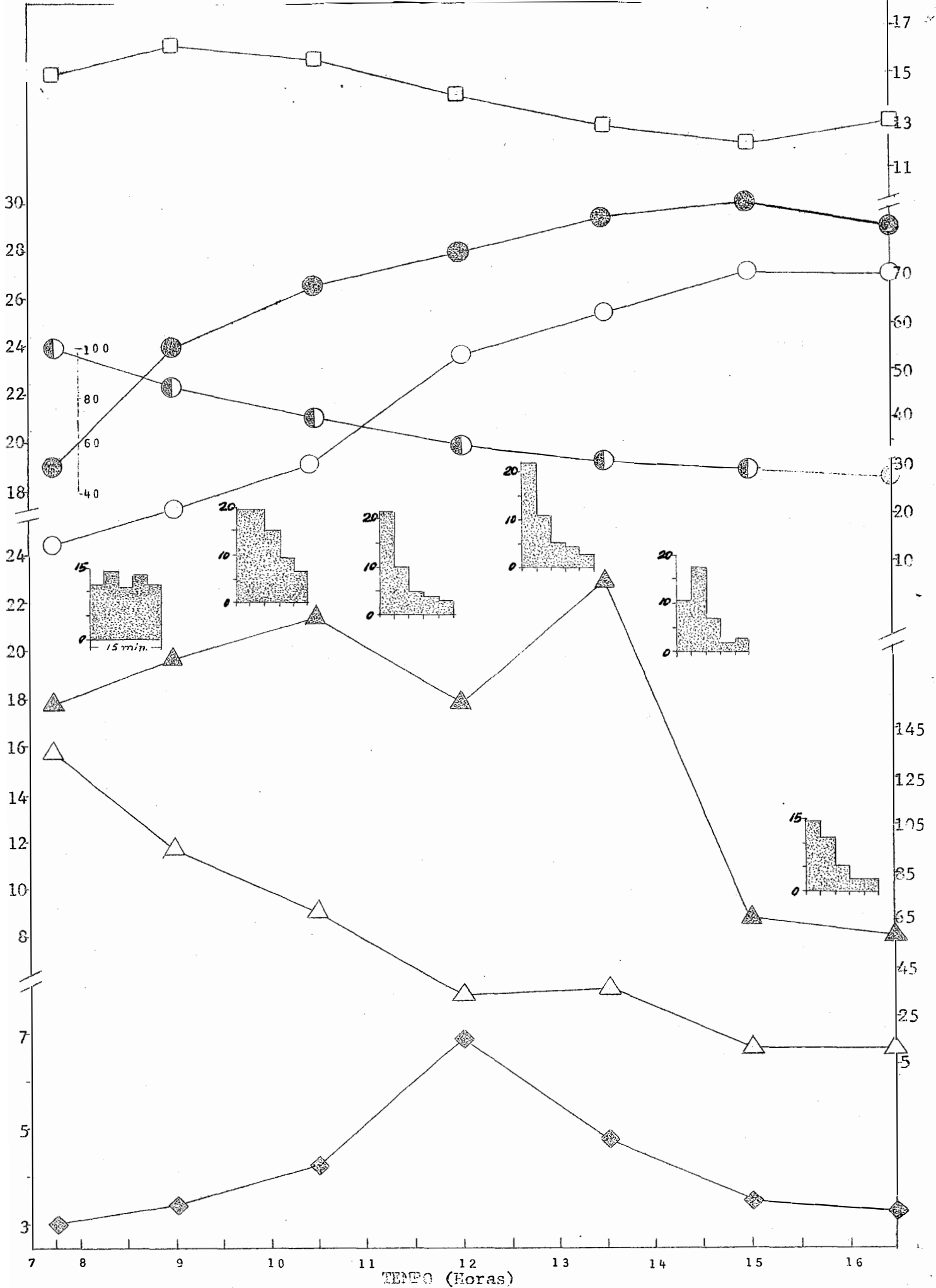
-  Pressão do vapor (mm Hg)
-  Umidade relativa do ar (%)
-  Temperatura à sombra (°C)
-  Poder evaporante do ar (mg/dm²/min)
-  Hidrorreação dos estômatos (mg/dm²/min)
-  Transpiração absoluta (mg/dm²/min)
-  Transpiração relativa % (T/E x 100)
-  Déficit de saturação das folhas (%)

FIG. 15



servando-se os valores mais baixos (38,1 e 41,9%) coincidindo com valores em elevação da temperatura e evaporação, e com o valor máximo de transpiração total observado em todo o andamento diário.

A curva do andamento diário da transpiração total apresentou dois máximos: um durante a manhã e outro à tarde. Os dados, expostos na Tabela 38, mostram um aumento uniforme a partir de um valor inicial de 17,8 mg/dm²/min, durante o período das 7 às 8 horas, até atingir o máximo da manhã (21,5 mg/dm²/min), às 10:30 horas aproximadamente. Depois dessa hora, os valores caíram para 18,0 mg/dm²/min, em volta das 12 horas, subindo novamente para 23,1 mg/dm²/min, valor máximo do dia, atingido no período das 12:30 às 14 horas. A partir desse ponto os valores caíram bruscamente para 8,9 mg/dm²/min, no período das 14 às 15:30 horas, para atingir depois, no período das 17 às 18 horas, o valor de 8,3 mg/dm²/min, mínimo do andamento diário. O valor médio da transpiração total calculado para o andamento diário foi de 16,7 mg/dm²/min.

A transpiração estomatar (Tabela 39), oscilou entre um valor mínimo (6,7 mg/dm²/min), constatado no período das 14 às 15:30 horas é praticamente mantido até o fim do andamento diário, e um máximo (21,9 mg/dm²/min), verificado também durante a tarde, no período das 14 às 15:30 horas. O valor médio calculado para o dia todo foi de 12,3 mg/dm²/min, como é indicado na Tabela 39 junto aos valores obtidos nos diferentes períodos horários e do valor da transpiração estomatar em percentagem da transpiração total.

TABELA 39 - Andamento diário da transpiração total e estomatar na Experiência nº 6 (29/3/71).

| Períodos do dia | Transpiração total (T_t) | Transpiração estomatar (T_e) | $\frac{T_e}{T_t} \times 100$ |
|-----------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 7:00 / 8:00 | 17,8 | 13,3 | 74,7 |
| 8:00 / 9:30 | 19,7 | 17,0 | 86,3 |
| 9:30 / 11:00 | 21,5 | 17,6 | 81,9 |
| 11:00 / 12:30 | 18,0 | 14,8 | 82,2 |
| 12:30 / 14:00 | 23,1 | 21,9 | 94,8 |
| 14:00 / 15:30 | 8,9 | 6,7 | 75,3 |
| 15:30 / 17:00 | 8,3 | 7,0 | 84,3 |
| Média | 16,7 | 14,0 | 82,8 |

A transpiração cuticular (Tabela 40) apresentou valores absolutos baixos, que oscilaram entre um mínimo (1,2 mg/dm²/min), no período das 12:30 às 14 horas, e um máximo (4,5 mg/dm²/min) no período das 7 às 8 horas da manhã. O valor médio de 2,7 mg/dm²/min caracterizou a transpiração cuticular neste andamento diário, como é mostrado na Tabela 40, que também reúne os valores da transpiração (total, estomatar, cuticular) e os da transpiração cuticular em percentagens da transpiração total e estomatar.

A transpiração relativa (Tabela 38), apresentou seu valor máximo (134,8%) no início do dia (das 7 às 8 horas). Daí por diante, os valores diminuíram continuamente até o fim do andamento, quando foi atingido o mínimo (11,8%), no período das 15:30 às 17 horas. A curva da transpiração relativa apresentou uma marcada divergência, ponto por ponto, com as curvas de evaporação e temperatura. O valor médio de transpiração relativa calculado para o andamento diário foi de 56,7% .

TABELA 40 - Andamento diário dos valores da transpiração total e cuticular na Experiência n.º 6. (29/3/71).

| Períodos do dia | Valores da transpiração | | | Transpiração cuticular | |
|-----------------|-------------------------|-----------|-----------|------------------------|------------------|
| | Total | Estomatar | Cuticular | % T _t | % T _e |
| 7:00/ 8:00 | 17,8 | 13,3 | 4,5 | 25,5 | 34,2 |
| 8:00/ 9:30 | 19,7 | 17,0 | 2,7 | 13,8 | 16,0 |
| 9:30/11:00 | 21,5 | 17,6 | 3,8 | 17,9 | 21,8 |
| 11:00/12:30 | 18,0 | 14,8 | 3,2 | 17,8 | 21,6 |
| 12:30/14:00 | 23,1 | 21,9 | 1,2 | 5,1 | 5,4 |
| 14:00/15:30 | 8,9 | 6,7 | 2,2 | 24,4 | 32,2 |
| 15:30/17:00 | 8,3 | 7,0 | 1,3 | 15,2 | 18,0 |
| Média | 16,7 | 14,0 | 2,7 | 17,1 | 19,3 |

5.2.7 - Transpiração em Abril. Experiência n.º 7 (Fig. 16)

O andamento diário realizado no mês de abril (18/4/71), marca o fim do período experimental do presente trabalho.

A curva do andamento diário da evaporação caracterizou-se pela contínua elevação dos valores, durante quase todo o dia. Partindo de valores nulos de evaporação, no período das 7 às 8 horas, e de um valor mínimo (13,9 mg/dm²/min), no período das 8 às 9:30 horas, um valor máximo de 79,3 mg/dm²/min foi atingido ao redor das 14:30 horas. Valor esse que, após ser mantido até o fim do período das 15 às 17 horas, caiu para 52,8 mg/dm²/min no fim da tarde (Tabela 41). O valor médio de evaporação calculado para o andamento diário foi de 45,6 mg/dm²/min.

A curva da temperatura foi acompanhada pela da evaporação através do dia, exceto no intervalo das 11 às 15:30 horas, em que a evaporação aumentou continuamente enquanto a temperatura se manteve estável ao redor de 30 °C. A curva da pressão do vapor mostrou-se bastante estável durante o dia todo, apenas com pequeno decréscimo no horário do meio dia, e amplitude de 3,4 mm Hg, como pode ser verificado na Tabela 21.

TABELA 41 - Andamento diário da transpiração de Coffea arabica L.. cv. Mundo Novo, a 18/4/71, em Piracicaba, SP.

| Número | PD | HS | TT | EV | TR | TC | DS | LX | TP | UR |
|--------|-------------|----------|------|------|------|-----|------|--------|------|-------|
| 1 | 7:00/8:00 | 7:05:10 | 5,3 | | | | 1,6 | 50,0 | 18,0 | 100,0 |
| | | 7:09:20 | 6,1 | 0,0 | 0,0 | 1,1 | 1,6 | 60,0 | 18,2 | 95,3 |
| | | 7:13:45 | 2,6 | | | | 1,7 | 79,0 | 19,0 | 85,8 |
| | Média | | 4,6 | | | | 1,6 | 63,0 | 18,4 | 93,7 |
| 2 | 8:00/9:30 | 8:32:25 | 5,3 | | | | 1,7 | 90,0 | 21,0 | 78,4 |
| | | 8:37:05 | 4,1 | 13,9 | 33,8 | 2,4 | 4,2 | 100,0 | 22,4 | 75,6 |
| | | 8:40:35 | 4,7 | | | | 3,6 | >100,0 | 24,0 | 70,8 |
| | Média | | 4,7 | | | | 3,1 | 96,6 | 22,5 | 74,9 |
| 3 | 9:30/11:00 | 10:02:15 | 10,9 | | | | 5,5 | >100,0 | 25,0 | 62,9 |
| | | 10:04:20 | 8,2 | 26,4 | 33,7 | 3,4 | 4,9 | 100,0 | 26,0 | 58,9 |
| | | 10:07:30 | 7,8 | | | | 7,4 | 95,0 | 28,0 | 50,6 |
| | Média | | 8,9 | | | | 5,9 | 98,3 | 26,3 | 57,5 |
| 4 | 11:00/12:30 | 11:31:45 | 9,3 | | | | 5,5 | 94,0 | 29,0 | 51,7 |
| | | 11:33:10 | 9,1 | 44,0 | 18,9 | 2,0 | 8,3 | 80,0 | 31,2 | 45,9 |
| | | 11:35:00 | 6,5 | | | | 11,0 | 75,0 | 30,0 | 46,0 |
| | Média | | 8,3 | | | | 8,3 | 83,0 | 30,1 | 47,9 |

PD = Período do dia

HS = Horas do dia

TT = Transpiração total (mg/dm²/min)

EV = Evaporação (mg/dm²/min)

TR = Transpiração relativa (%)

TC = Transpiração cuticular (mg/dm²/min)

DS = Déficit de saturação foliar (%)

LX = Luminosidade (lux · 10³)

TP = Temperatura do ar (°C)

UR = Umidade relativa (%). Valor tabular

(continua...)

TABELA 41 - (continuação)

| Número | PD | HS | TT | EV | TR | TC | DS | LX | TP | UR |
|--------|-------------|----------|------|------|------|-----|------|------|------|------|
| 5 | 12:30/14:00 | 13:01:40 | 19,3 | | | | 7,4 | 74,0 | 30,0 | 39,0 |
| | | 13:03:40 | 9,8 | 61,6 | 23,7 | 1,1 | 13,0 | 60,0 | 31,0 | 40,5 |
| | | 13:06:00 | 14,7 | | | | | 4,3 | 55,0 | 30,0 |
| | Média | | 14,6 | | | | 8,2 | 63,0 | 30,3 | 39,5 |
| 6 | 14:00/15:30 | 14:31:10 | 12,4 | | | | 4,4 | 42,0 | 30,8 | 41,8 |
| | | 14:33:15 | 7,0 | 79,3 | 14,8 | 1,8 | 8,4 | 35,0 | 32,0 | 41,9 |
| | | 14:35:15 | 15,7 | | | | | 4,7 | 30,0 | 31,0 |
| | Média | | 11,7 | | | | 5,8 | 35,6 | 31,3 | 41,4 |
| 7 | 15:30/17:00 | 16:01:15 | 7,8 | | | | 6,8 | 20,0 | 29,0 | 44,4 |
| | | 16:03:50 | 7,0 | 79,3 | 9,6 | 2,0 | 6,3 | 7,1 | 28,0 | 48,8 |
| | | 16:06:00 | 7,8 | | | | | 6,3 | 5,0 | 27,0 |
| | Média | | 7,6 | | | | 6,5 | 10,7 | 28,0 | 47,4 |
| 8 | 17:00/18:00 | 17:31:10 | 7,3 | | | | 5,7 | 1,3 | 26,0 | 54,1 |
| | | 17:33:00 | 7,1 | 52,8 | 12,7 | 1,2 | 5,1 | 0,0 | 25,0 | 54,4 |
| | | 17:35:05 | 5,6 | | | | | 5,1 | | |
| | Média | | 6,7 | | | | 5,3 | 0,7 | 25,5 | 54,2 |

PD = Período do dia
 HS = Horas do dia
 TT = Transpiração total (mg/dm²/min)
 EV = Evaporação (mg/dm²/min)
 TR = Transpiração relativa (%)
 TC = Transpiração cuticular (mg/dm²/min)
 DS = Déficit de saturação foliar (%)
 LX = Luminosidade (lux · 10³)
 TP = Temperatura do ar (°C)
 UR = Umidade relativa (%). Valor tabular

FIGURA 16 - Andamento diário dos fatores microclimáticos, hidrorreação dos estômatos e marcha diária da transpiração do cafeeiro (Coffea arabica L. cv. Mundo Novo), cultivado ao sol, na estação chuvosa, a 13/04/71, em Piracicaba, SP.









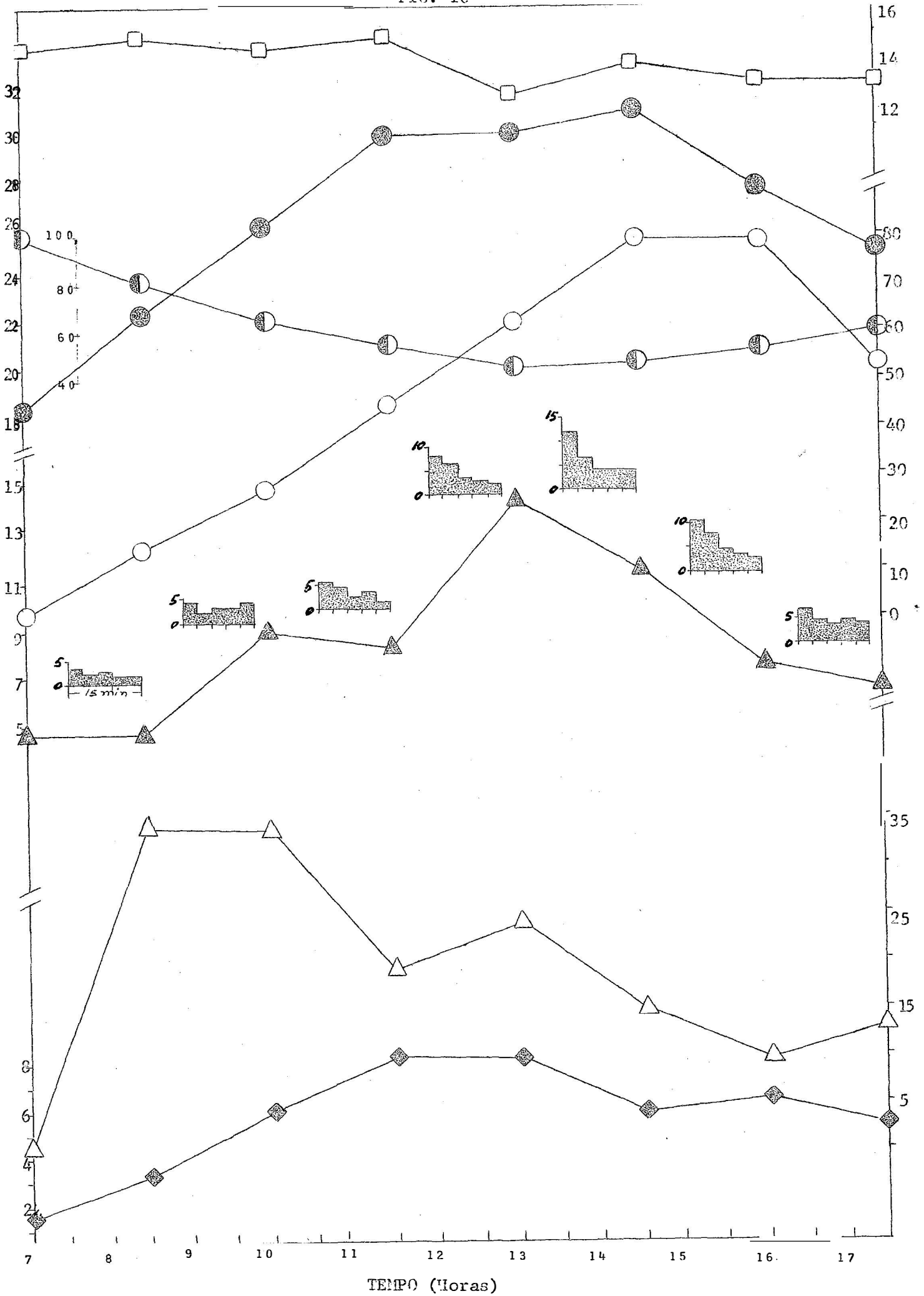
-  Pressão do vapor (mm Hg)
-  Umidade relativa do ar (%)
-  Temperatura à sombra (°C)
-  Poder evaporante do ar (mg/dm²/min)
-  Hidrorreação dos estômatos (mg/dm²/min)
-  Transpiração absoluta (mg/dm²/min)
-  Transpiração relativa % (T/E x 100)
-  Déficit de saturação das folhas (%)

FIG. 16



A curva da umidade relativa do ar, mostrou um claro antagonismo com as de temperatura e evaporação, coincidindo no mesmo período do dia (12:30 às 14 horas) o valor mínimo de umidade relativa (39,5%) e o máximo de transpiração total.

A curva do andamento diário da transpiração total apresentou valores iniciais de 4,6 mg/dm²/min e aumento progressivo até o máximo do dia (14,6 mg/dm²/min), atingido no período das 12:30 às 14 horas. A partir desse ponto, os valores caíram sem oscilações, para 6,7 mg/dm²/min, valor atingido em volta das 17:30 horas e que marcou o fim do andamento. O valor médio de transpiração total para o andamento diário foi de 8,4 mg/dm²/min.

A transpiração estomatar (Tabela 42) oscilou entre um valor mínimo (2,3 mg/dm²/min), constatado nas primeiras horas da manhã, no período das 8 às 9:30 horas, e um máximo (13,5 mg/dm²/min) verificado durante as primeiras horas da tarde (12:30 às 14 horas), período do dia que apresentou valores quase sempre maiores do que os da manhã, neste andamento diário. O valor médio de 6,5 mg/dm²/min foi calculado para o dia todo, como é mostrado na Tabela 42 junto aos outros valores obtidos nos diferentes períodos do dia e ao valor da transpiração estomatar em percentagem da transpiração total.

TABELA 42 - Andamento diário da transpiração total e estomatar na Experimentação n.º 7 (18/4/71).

| Períodos do dia | Transpiração total (T _t) | Transpiração estomatar (T _e) | $\frac{T_e}{T_t} \times 100$ |
|-----------------|--------------------------------------|--|------------------------------|
| 7:00 / 8:00 | 4,6 | 3,5 | 76,1 |
| 8:00 / 9:30 | 4,7 | 2,3 | 48,9 |
| 9:30 / 11:00 | 9,0 | 5,6 | 62,2 |
| 11:00 / 12:30 | 8,3 | 6,3 | 75,9 |
| 12:30 / 14:00 | 14,6 | 13,5 | 92,5 |
| 14:00 / 15:30 | 11,7 | 9,9 | 84,6 |
| 15:30 / 17:00 | 7,6 | 5,6 | 73,7 |
| 17:00 / 18:00 | 6,7 | 5,5 | 82,1 |
| Médias | 8,4 | 6,5 | 74,5 |

A transpiração cuticular (Tabela 43) apresentou valores baixos, que oscilaram entre um mínimo de 1,1 mg/dm²/min, constatado no início do dia (das 7 às 8 horas), no meio do dia aproximadamente (das 12:30 às 14 horas) e no fim do dia (das 17 às 18 horas), e um valor máximo (3,4 mg/dm²/min) verificado durante a manhã, no período das 9:30 às 11 horas. O valor médio de 1,9 mg/dm²/min caracterizou o andamento diário da transpiração cuticular, como é mostrado na Tabela 43, que reúne também os valores da transpiração (total, estomatar, cuticular) junto aos da transpiração cuticular em percentagens da transpiração total e estomatar.

TABELA 43 - Andamento diário dos valores da transpiração total e cuticular na Experiência n.º 7 (18/4/71).

| Períodos do dia | Valores da transpiração | | | Transpiração cuticular | |
|-----------------|-------------------------|-----------|-----------|------------------------|------------------|
| | Total | Estomatar | Cuticular | % T _t | % T _e |
| 7:00/8:00 | 4,6 | 3,5 | 1,1 | 24,2 | 32,0 |
| 8:00/9:30 | 4,7 | 2,3 | 2,4 | 51,4 | 105,7 |
| 9:30/11:00 | 9,0 | 5,6 | 3,4 | 37,8 | 60,7 |
| 11:00/12:30 | 8,3 | 6,3 | 2,0 | 23,6 | 30,8 |
| 12:30/14:00 | 14,6 | 13,5 | 1,1 | 7,8 | 8,4 |
| 14:00/15:30 | 11,7 | 9,9 | 1,8 | 15,6 | 18,5 |
| 15:30/17:00 | 7,6 | 5,6 | 2,0 | 26,1 | 35,3 |
| 17:00/18:00 | 6,7 | 5,5 | 1,1 | 17,3 | 20,9 |
| Média | 8,4 | 6,5 | 1,9 | 25,5 | 39,0 |

A transpiração relativa (Tabela 44), apresentou seu valor máximo (33,8%) nas primeiras horas da manhã, no período das 8 às 9:30 horas, valor esse que, após ser mantido durante o período seguinte (das 9:30 às 11 horas), caiu para um mínimo em volta de 11,1% no fim do dia. Com algumas variações, a curva da transpiração relativa em geral acompanhou a curva da transpiração total. O valor médio de transformação relativa calculado para o andamento diário, foi de 18,4%.

5.2.8 - Deficit de Saturação das Folhas

Em continuação, apresentam-se os resultados do déficit de saturação das folhas, expressados em percentagem do conteúdo máximo de água (D.S.%).

Nas Tabelas 23, 26, 29, 32, 35, 38 e 41 são expostos os dados e nas Figuras 10 a 20 apresentam-se as curvas representativas do D.S.%, confeccionadas com os valores médios dos déficits de saturação das folhas utilizadas na determinação dos pontos das curvas de transpiração total.

A informação relativa aos resultados de D.S.%, obtidos na totalidade do período experimental, está resumida na Tabela 44.

Os valores mais baixos de D.S.% foram obtidos no período das 7 às 8 horas da manhã, em 16/1/71 (1,4%), 14/2/71 (0,3%) e 15/3/71 (1,3%). O mais elevado foi obtido em 18/4/71 (8,3%), no período das 11 às 12:30 horas.

Em média, os meses que apresentaram os mais elevados D.S.% foram dezembro (6,0%), em 23/12/70, e abril (5,6%), em 18/4/71. O mês de fevereiro (14/2/71), apresentou o valor mais baixo (3,3%). O valor médio de D.S.% calculado para o andamento estacional foi de 4,5%. Durante a estação, o período que apresentou, em média, o D.S.% mais elevado (6,1%) foi o das 11 às 12:30 horas, mas, segundo a data de cada experiência, esses valores máximos ocorreram no período das 11 às 12:30 horas (23/12/70, 31/1/71, 29/3/71 e 18/4/71), ou das 12:30 às 14 horas (16/1/71, 14/2/71 e 15/3/71), como pode ser verificado na Tabela 44.

5.2.9 - Área e Peso Seco das Folhas

Os valores médios de área foliar (cm^2) e peso seco das folhas (mg), utilizadas nas determinações de transpiração e déficit de saturação, apresentam-se na Tabela 45 junto aos valores médios desses fatores fisiológicos, obtidos no decorrer do período experimental.

TABELA 44

Déficits de saturação das folhas D.S.% de *Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo, durante a estação das chuvas, em Piracicaba, SP.

| Períodos do dia | Datas das Experiências | | | | | | | | Médias |
|-----------------|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|-----------------|
| | 23/12/70 | 16/01/71 | 31/01/71 | 14/02/71 | 15/03/71 | 29/03/71 | 18/04/71 | | |
| 7:00 / 8:00 | 5,9 | 3,8 | 1,4 | 0,3 | 1,3 | 3,0 | 1,6 | | 2,5 |
| 8:00 / 9:30 | 5,4 | 4,6 | 5,3 | 3,9 | 2,8 | 3,4 | 3,1 | | 4,1 |
| 9:30/11:00 | 6,5 | 5,8 | 5,7 | 3,6 | 5,4 | 5,2 | 5,9 | | 5,3 |
| 11:00/12:30 | 7,4 | 4,8 | 6,0 | 4,1 | 5,2 | 6,9 | 8,3 | | 6,1 |
| 12:30/14:00 | 6,6 | 6,3 | 4,8 | 4,6 | 5,4 | 4,8 | 8,2 | | 5,8 |
| 14:00/15:30 | 5,4 | 3,7 | 4,3 | 3,6 | 3,9 | 3,5 | 5,8 | | 4,3 |
| 15:30/17:00 | 6,3 | 3,5 | 4,4 | 2,8 | 4,3 | 3,3 | 6,5 | | 4,4 |
| 17:00/18:00 | 4,5 | 3,0 | 3,9 | 3,4 | 1,6 | - | 5,3 | | 3,6 |
| Médias | 6,0 | 4,4 | 4,5 | 3,3 | 3,7 | 4,2 | 5,6 | | $\bar{X} = 4,5$ |

TABELA 45 - Valores médios de área, peso seco, transpiração e déficit de saturação das folhas, utilizadas durante o período experimental (dezembro de 1970 a abril de 1971), em Piracicaba, SP.

| Experiências | | Área foliar (cm ²) | Peso seco (mg) | Trasnpiração (mg/dm ² /min) | | | Déficit de saturação (%) |
|--------------|----------|-----------------------------------|-------------------|--|-----------|-----------|-----------------------------|
| N.º | Datas | | | Total | Estomatar | Cuticular | |
| 1 | 23/12/70 | 38,2 | 282 | 13,7 | 10,7 | 3,0 | 6,0 |
| 2 | 16/1/71 | 39,2 | 236 | 14,5 | 11,1 | 3,4 | 4,4 |
| 3 | 31/1/71 | 37,5 | 232 | 17,0 | 14,4 | 2,6 | 4,5 |
| 4 | 14/2/71 | 33,6 | 217 | 12,2 | 9,5 | 2,7 | 3,3 |
| 5 | 15/3/71 | 36,7 | 244 | 14,8 | 12,1 | 2,7 | 3,7 |
| 6 | 29/3/71 | 37,3 | 245 | 16,7 | 14,0 | 2,7 | 4,2 |
| 7 | 18/4/71 | 40,7 | 292 | 8,4 | 6,5 | 1,9 | 5,6 |
| Média | | 37,6 | 249,7 | 13,9 | 11,2 | 2,7 | 4,5 |

5.2.10 - Movimento Hidroativo dos Estômatos

A continuação apresentam-se os resultados do movimento hidroativo dos estômatos, expressados em unidades absolutas (mg/dm²/min), e representados graficamente pelos histogramas que aparecem nas Figuras 10 a 16.

Para se ter uma idéia do grau de eficiência estomática das folhas de café estudadas, apresentam-se a seguir (Tabela 46 e Figura 17), a maneira de exemplo, os resultados obtidos em 18/4/71 (Experiência n.º 7), no período das 12:30 às 14 horas. Os dados da coluna 5ª (Tabela 46), já reduzidos para uma superfície unitária de 100 cm², foram os utilizados na elaboração dos histogramas mencionados acima.

TABELA 46 - Movimento hidroativo de uma folha de Coffea arabica L. cv. Mundo Novo a 18/4/71, em Piracicaba, SP.

| Tempo (3 min) | Peso (mg) | Diferença (mg/3 min) | Média (mg/min) | Redução (mg/dm ² /min) |
|------------------|--------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| 13:10 | 933 | > 15 | 5,0 | 11,9 |
| 13:13 | 918 | > 8 | 2,7 | 6,4 |
| 13:16 | 910 | > 5 | 1,7 | 4,3 |
| 13:19 | 905 | > 5 | 1,7 | 4,3 |
| 13:22 | 900 | > 5 | 1,7 | 4,3 |
| 13:25 | 895 | | | |

Sustado o suprimento hídrico pelo destacamento da folha, em geral a diminuição dos valores de perda de água, devida ao movimento hidroativo dos estômatos, decresceu quase uniformemente no primeiro período do dia, das 7 às 8 horas.

Em todas as experiências observaram-se oscilações, antes da estabilização dos valores. Essas oscilações, foram mais frequentes durante a tarde ou em volta do meio dia e, com exceção da experiência realizada em 29/3/71 (Experiência n.º 6, Fig. 14), ocorreram constantemente no período das 17 às 18 horas.

Como se observa, os valores de transpiração decresceram com relativa rapidez. Reduções em torno de 50% da perda inicial de peso (11,9 mg/dm²/min) da folha, foram alcançadas após 6 minutos, geralmente no intervalo das 10 às 12:30 horas. Depois de 9 minutos a balança já acusava, na maioria das vezes, valores equivalentes à transpiração cuticular (\pm 20% da total).

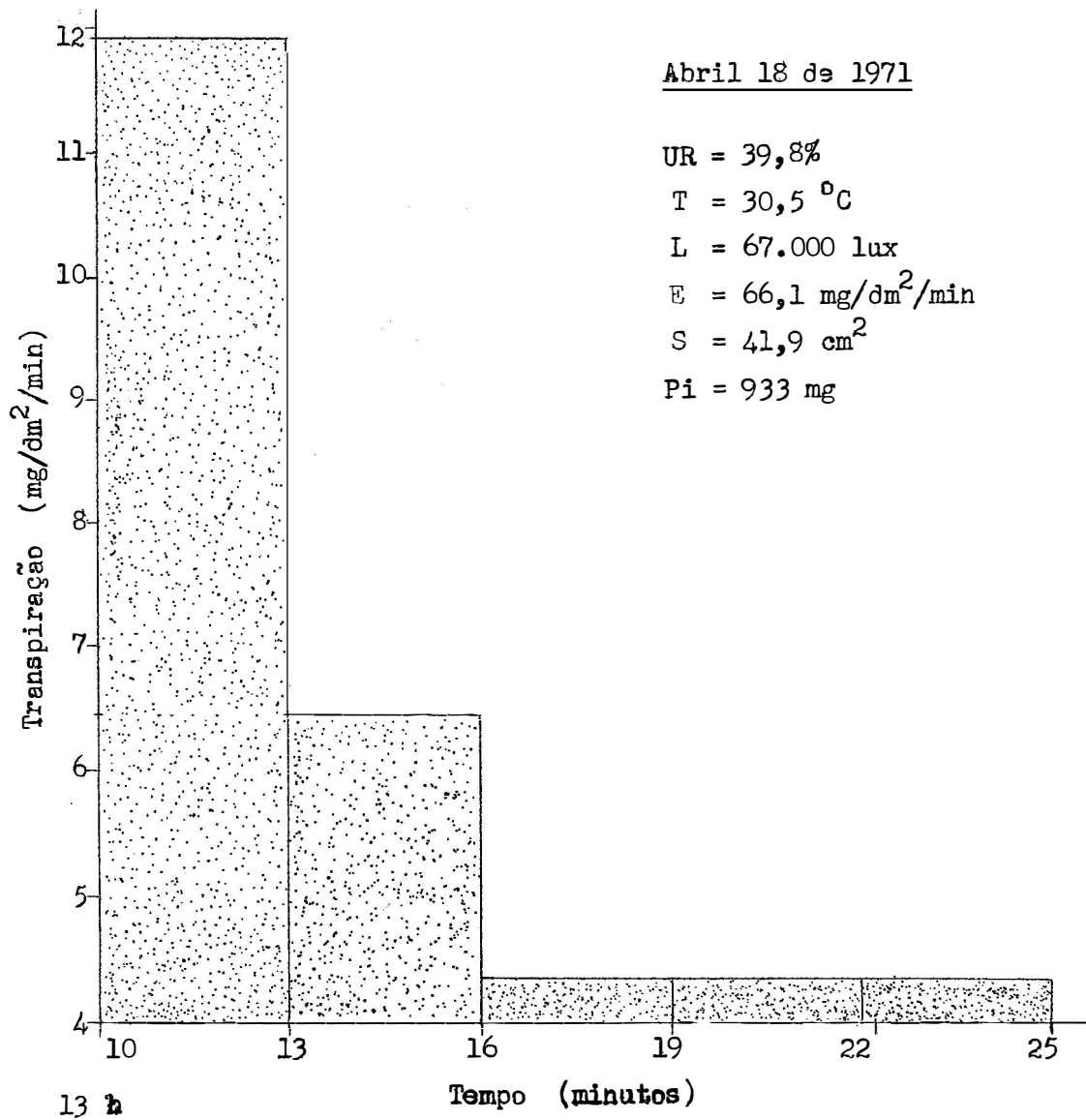


FIGURA 17 - Histograma representativo dos dados da Tabela 46.

UR = umidade relativa do ar ; T = temperatura à
 sombra ; L = luminosidade ; E = evaporação ;
 S = área da folha ; Pi = peso inicial da folha.

5.3 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados originais para os diversos cálculos, acham-se reunidos nos Apêndices Ap. 1 , Ap. 2 , Ap. 3 , Ap. 4. A seguir são mostrados os resultados obtidos da análise dos dados de: área foliar, em centímetros quadrados (cm^2); peso seco, em miligramas (mg); transpiração total, em miligramas por decímetro quadrado e por minuto ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$); e déficit de saturação das folhas, em porcentagem do conteúdo máximo de água (D.S.%). Como medida relativa de dispersão dos dados, são apresentados os coeficientes de variação (C.V.) que, em todos os casos, esteve dentro dos limites admitidos em experimentos biológicos.

5.3.1 - Área Foliar

A análise da variância, apresentada no Quadro 1 , mostra significância para o efeito principal de datas dos experimentos (E), significativo ao nível de 0,1% de probabilidade.

QUADRO 1 - Análise da variância dos dados relativos à área das folhas (cm^2), utilizadas durante o andamento diário da transpiração do cafeeiro (Coffea arabica L. cv. Mundo Novo), na estação das chuvas (1970/71), em Piracicaba, SP.

| Causa de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|----------|--------|----------|
| P | 2 | 34,38 | 17,19 | |
| H | 6 | 699,35 | 116,56 | |
| E | 6 | 537,81 | 89,64 | 7,73 *** |
| H x E | 36 | 1.517,55 | 42,15 | |
| P x H | 12 | 202,74 | 16,90 | |
| P x E | 12 | 107,92 | 8,99 | |
| P x H x E | 72 | 803,39 | 11,16 | |
| Interações | 96 | 1.114,05 | 11,60 | |
| Total | 146 | 3.903,14 | | |

C.V. = 8,8%

*** significativo ao nível de 0,001 de probabilidade

C.V. coeficiente de variação

Apresentam-se a seguir (Tabela 47) os valores médios de área foliar, obtidos nos experimentos realizados no decorrer da estação das chuvas, junto com os obtidos nos sucessivos períodos do dia na data de cada experiência. Tais valores são também representados graficamente na Fig. 21 A.

TABELA 47 - Valores médios de área foliar (cm²) obtidos nos diversos períodos do dia e em cada experimento, durante a estação das chuvas (1970/71), em Piracicaba, SP.

| Datas dos Experimentos | Períodos do dia | | | | | | | Média (\bar{X}) |
|------------------------|-----------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------|
| | 7:00/ 8:00 | 8:00/ 9:30 | 9:30/ 11:00 | 11:00/ 12:30 | 12:30/ 14:00 | 14:00/ 15:30 | 15:30/ 17:00 | |
| 23 Dez. 70 | 41,97 | 47,22 | 40,14 | 35,93 | 33,17 | 35,70 | 36,66 | 38,69 |
| 16 Jan. 71 | 43,35 | 45,92 | 39,41 | 41,44 | 37,61 | 35,62 | 35,20 | 39,80 |
| 31 Jan. 71 | 34,97 | 40,71 | 34,28 | 36,08 | 38,03 | 33,33 | 41,98 | 37,06 |
| 14 Fev. 71 | 36,08 | 40,37 | 38,00 | 45,23 | 37,96 | 37,39 | 33,75 | 38,40 |
| 15 Mar. 71 | 36,54 | 33,33 | 38,61 | 33,71 | 33,14 | 35,28 | 40,64 | 35,89 |
| 29 Mar. 71 | 37,54 | 40,71 | 47,75 | 38,95 | 30,42 | 33,75 | 31,95 | 37,30 |
| 18 Abr. 71 | 36,69 | 49,59 | 41,40 | 44,50 | 42,81 | 40,44 | 39,83 | 42,19 |
| Média (\bar{X}) | 38,18 | 42,55 | 39,94 | 39,41 | 36,17 | 35,93 | 37,15 | $\bar{X} = 38,47$ |

A variação dos valores médios de área foliar, detectada pelo teste de Duncan é apresentada na Tabela 48, que mostra a variação existente na área das folhas colhidas nas diversas datas dos experimentos. Nessa Tabela, abaixo da diagonal, são mostradas as diferenças entre as médias; acima da diagonal, aparece a significância estatística dessas diferenças.

TABELA 48 - Variação dos valores médios de área foliar (cm²), obtidos nas diversas datas do período experimental. Teste de Duncan. Significância das comparações, acima da diagonal; diferença entre médias, abaixo da diagonal.

| Médias | (VII) 42,19 | (II) 39,80 | (I) 38,69 | (IV) 38,40 | (VI) 37,30 | (III) 37,06 | (V) 35,89 |
|----------------|----------------|---------------|--------------|---------------|---------------|----------------|--------------|
| (VII) 42,19 | - | n.s. | ** | ** | ** | ** | ** |
| (II) 39,80 | 2,39 | - | n.s. | n.s. | * | * | ** |
| (I) 38,69 | 3,50 | 1,11 | - | n.s. | n.s. | n.s. | * |
| (IV) 38,40 | 3,79 | 1,40 | 0,29 | - | n.s. | n.s. | * |
| (VI) 37,30 | 4,89 | 2,50 | 1,39 | 1,10 | - | n.s. | n.s. |
| (III) 37,06 | 5,13 | 2,74 | 1,63 | 1,34 | 0,24 | - | n.s. |
| (V) 35,89 | 6,30 | 3,91 | 2,80 | 2,51 | 1,41 | 1,17 | - |

* significativo ao nível de 0,05% de probabilidade

** significativo ao nível de 0,01% de probabilidade

n.s. não significativo

5.3.2 - Peso Saco

A análise da variância, apresentada no Quadro 2, mostra significância para os efeitos principais de períodos do dia (H) e datas (E), assim como para a interação de primeira ordem período do dia por datas (H x E), significativos ao nível de 0,1 % de probabilidade.

QUADRO 2 - Análise da variância dos dados relativos ao peso seco das folhas (mg), utilizadas durante o andamento diário da transpiração do cafeeiro (Coffea arabica L. cv. Mundo Novo), cultivado ao sol, na estação das chuvas, em Piracicaba, SP.

| Causa de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|------------|-----------|-----------|
| P | 2 | 7.188,62 | 3.594,31 | |
| H | 6 | 31.999,41 | 5.333,24 | 5,82 *** |
| E | 6 | 117.818,17 | 19.636,36 | 21,43 *** |
| H x E | 36 | 75.521,17 | 2.097,81 | 2,29 *** |
| P x H | 12 | 12.428,43 | 1.035,70 | |
| P x E | 12 | 5.911,10 | 492,59 | |
| P x H x E | 72 | 69.623,85 | 966,99 | |
| Interações | 96 | 87.963,38 | 916,29 | |
| Total | 146 | 320.490,75 | | |

C. V. = 11,9%

*** significativo ao nível de 0,001 de probabilidade

C.V. coeficiente de variação

Apresentam-se a seguir (Tabela 49) os valores médios de peso seco das folhas, obtidos nos experimentos realizados no decorrer da estação das chuvas, junto com os obtidos nos sucessivos períodos do dia na data de cada experiência. Tais valores são também representados graficamente na Fig. 21 B.

TABELA 49 - Valores médios do peso seco (mg) das folhas de café, obtidos nos sucessivos períodos do dia e em cada experimento, durante a estação das chuvas (1970/71), em Piracicaba, SP.

| Datas dos Experimentos | Períodos do dia | | | | | | | Média (\bar{X}) |
|------------------------|-----------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------|
| | 7:00/ 8:00 | 8:00/ 9:30 | 9:30/ 11:00 | 11:00/ 12:30 | 12:30/ 14:00 | 14:00/ 15:30 | 15:30/ 17:00 | |
| 23 Dez. 70 | 305 | 337 | 314 | 274 | 240 | 276 | 261 | 286,86 |
| 16 Jan. 71 | 266 | 271 | 219 | 253 | 240 | 227 | 211 | 240,95 |
| 31 Jan. 71 | 238 | 247 | 220 | 261 | 216 | 193 | 254 | 232,67 |
| 14 Fev. 71 | 200 | 219 | 215 | 271 | 209 | 212 | 201 | 218,24 |
| 16 Mar. 71 | 236 | 235 | 261 | 248 | 241 | 252 | 256 | 246,90 |
| 29 Mar. 71 | 232 | 254 | 319 | 262 | 196 | 240 | 211 | 244,90 |
| 18 Abr. 71 | 274 | 260 | 289 | 327 | 233 | 295 | 249 | 303,95 |
| Média (\bar{X}) | 250,10 | 274,76 | 262,29 | 271,00 | 239,19 | 242,19 | 234,95 | $\bar{X} = 253,50$ |

A variação dos valores médios de peso seco das folhas, detectada pelo teste de Duncan, é apresentada nas Tabelas 50 e 51 que mostram, respectivamente, a variação existente nos sucessivos períodos do dia e nas diversas datas dos experimentos. Nessas tabelas, abaixo da diagonal, são mostradas as diferenças entre as médias; acima da diagonal, aparece a significância estatística dessas diferenças.

TABELA 50 - Variação dos valores médios do peso seco (mg) das folhas de café, obtidos nos sucessivos períodos do dia de cada experimento. Teste de Duncan. Significância das comparações, acima da diagonal; diferenças entre médias, abaixo da diagonal.

| Médias | (2 ^o) 274,76 | (4 ^o) 271,00 | (3 ^o) 262,29 | (1 ^o) 250,10 | (6 ^o) 242,19 | (5 ^o) 239,19 | (7 ^o) 234,95 |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| (2 ^o) 274,76 | - | n.s. | n.s. | * | ** | ** | ** |
| (4 ^o) 271,00 | 3,76 | - | n.s. | n.s. | ** | ** | ** |
| (3 ^o) 262,29 | 12,47 | 8,71 | - | n.s. | n.s. | * | * |
| (1 ^o) 250,10 | 24,66 | 20,90 | 12,19 | - | n.s. | n.s. | n.s. |
| (6 ^o) 242,19 | 32,57 | 28,81 | 20,10 | 7,91 | - | n.s. | n.s. |
| (5 ^o) 239,19 | 35,57 | 31,81 | 23,10 | 10,91 | 3,00 | - | n.s. |
| (7 ^o) 234,95 | 39,81 | 36,05 | 27,34 | 15,15 | 7,24 | 4,24 | - |

* significativo ao nível de 0,05 de probabilidade

** significativo ao nível de 0,01 de probabilidade

n.s. não significativo

TABELA 51 - Variação dos valores médios do peso seco (mg) das folhas de café, obtidos nas diversas datas do período experimental. Teste de Duncan. Significância das comparações, acima da diagonal; diferença entre médias, abaixo da diagonal.

| Médias | (VII) 303,95 | (I) 286,86 | (V) 246,90 | (VI) 244,90 | (II) 240,95 | (III) 232,67 | (IV) 218,24 |
|-----------------|-----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| (VII) 303,95 | - | n.s. | ** | ** | ** | ** | ** |
| (I) 286,86 | 17,09 | - | ** | ** | ** | ** | ** |
| (V) 246,90 | 57,05 | 39,96 | - | n.s. | n.s. | n.s. | ** |
| (VI) 244,90 | 49,05 | 41,96 | 2,00 | - | n.s. | n.s. | * |
| (II) 240,95 | 63,00 | 45,91 | 5,95 | 3,95 | - | n.s. | * |
| (III) 232,67 | 71,28 | 54,19 | 14,23 | 12,23 | 8,28 | - | n.s. |
| (IV) 218,24 | 85,71 | 68,62 | 28,66 | 26,66 | 22,71 | 14,43 | - |

* significativo ao nível de 0,05' de probabilidade

** significativo ao nível de 0,01' de probabilidade

n.s. não significativo

5.3.3 - Transpiração Total

A análise da variância, apresentada no Quadro 3, mostra significância para os efeitos principais de períodos do dia (H) e datas (E), assim como para a interação de primeira ordem períodos do dia por datas (H x E), significativos ao nível de 0,1% de probabilidade.

QUADRO 3 - Análise da variância dos dados relativos ao andamento diário da transpiração total ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$) do cafeeiro (Coffea arabica L. cv. Mundo Novo), cultivado ao sol, na estação das chuvas, em Piracicaba, SP.

| Causa de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|----------|--------|-----------|
| P | 2 | 23,68 | 11,84 | |
| H | 6 | 1.251,18 | 208,53 | 20,11 *** |
| E | 6 | 1.326,60 | 221,10 | 21,32 *** |
| H x E | 36 | 2.490,84 | 69,19 | 6,67 *** |
| P x H | 12 | 116,49 | 97,07 | |
| P x E | 12 | 167,58 | 13,96 | |
| P x H x E | 72 | 711,37 | 9,88 | |
| Interações | 96 | 995,44 | 10,37 | |
| Total | 146 | 6.087,74 | | |

C. V. = 21,7%

*** significativo ao nível de 0,001 de probabilidade

C.V. coeficiente de variação

Apresentam-se a seguir (Tabela 52) os valores médios de transpiração total, obtidos nos experimentos realizados no decorrer da estação das chuvas, junto com os obtidos nos sucessivos períodos do dia na data de cada experiência. Tais valores são também representados graficamente na Fig.

21 C.

TABELA 52 - Valores médios de transpiração total ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$) do cafeeiro, obtidos nos sucessivos períodos do dia e em cada experimento, durante a estação das chuvas (1970/71), em Piracicaba, SP.

| Datas dos Experimentos | Períodos do dia | | | | | | | Média (\bar{X}) |
|------------------------|-----------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------|
| | 7:00/ 8:00 | 8:00/ 9:30 | 9:30/ 11:00 | 11:00/ 12:30 | 12:30/ 14:00 | 14:00/ 15:30 | 15:30/ 17:00 | |
| 23 Dez. 70 | 13,53 | 14,15 | 19,09 | 14,91 | 8,12 | 17,98 | 12,51 | 14,33 |
| 16 Jan. 71 | 13,93 | 18,76 | 22,32 | 21,64 | 21,25 | 8,70 | 5,77 | 16,06 |
| 31 Jan. 71 | 19,06 | 22,83 | 22,47 | 20,42 | 15,75 | 16,94 | 12,74 | 18,60 |
| 14 Fev. 71 | 9,25 | 13,51 | 13,08 | 19,90 | 24,70 | 5,35 | 6,95 | 13,25 |
| 16 Mar. 71 | 8,27 | 17,98 | 20,73 | 12,91 | 15,17 | 27,45 | 12,38 | 16,42 |
| 29 Mar. 71 | 17,79 | 19,68 | 21,45 | 18,02 | 23,06 | 8,89 | 8,28 | 16,74 |
| 18 Abr. 71 | 4,62 | 4,67 | 8,95 | 8,27 | 14,58 | 11,71 | 7,54 | 8,62 |
| Média (\bar{X}) | 12,35 | 15,94 | 18,30 | 16,58 | 17,52 | 13,86 | 9,46 | $\bar{X} = 14,86$ |

A variação dos valores médios de transpiração total, detectada pelo teste de Duncan, é apresentada nas Tabelas 53 e 54 que mostram, respectivamente, a variação existente nos sucessivos períodos do dia e nas diversas datas dos experimentos. Nessas tabelas abaixo da diagonal, são mostradas as diferenças entre as médias; acima da diagonal aparece a significância estatística dessas diferenças.

TABELA 52 - Variação dos valores médios da transpiração total ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$) de folhas de café, obtidos nos sucessivos períodos do dia de cada experimento. Teste de Duncan. Significância das comparações, acima da diagonal; diferença entre médias, abaixo da diagonal.

| Médias | (3 ^o) | (5 ^o) | (4 ^o) | (2 ^o) | (6 ^o) | (1 ^o) | (7 ^o) |
|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 18,30 | 17,52 | 16,58 | 15,94 | 13,86 | 12,35 | 9,46 |
| (3 ^o) 18,30 | - | n.s. | n.s. | * | ** | ** | ** |
| (5 ^o) 17,52 | 0,78 | - | n.s. | n.s. | ** | ** | ** |
| (4 ^o) 16,58 | 1,72 | 0,94 | - | n.s. | * | ** | ** |
| (2 ^o) 15,94 | 2,36 | 1,58 | 0,64 | - | n.s. | ** | ** |
| (6 ^o) 13,86 | 4,44 | 3,66 | 2,72 | 2,08 | - | n.s. | ** |
| (1 ^o) 12,35 | 5,95 | 5,17 | 4,23 | 3,59 | 1,51 | - | * |
| (7 ^o) 9,46 | 8,84 | 8,06 | 7,12 | 6,48 | 4,40 | 2,89 | - |

* significativo ao nível de 0,05 de probabilidade

** significativo ao nível de 0,01 de probabilidade

n.s. não significativo

TABELA 54 - Variação dos valores médios de transpiração total (mg/dm²/min) de folhas de café, obtidos nas diversas datas do período experimental. Teste de Duncan. Significância das comparações, acima da diagonal; diferença entre médias, abaixo da diagonal.

| Médias | (III) 18,60 | (VI) 16,74 | (V) 16,42 | (II) 16,06 | (I) 14,33 | (IV) 13,25 | (VII) 8,62 |
|----------------|----------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|
| (III) 18,60 | - | n.s. | n.s. | * | ** | ** | ** |
| (VI) 16,74 | 1,86 | - | n.s. | n.s. | * | ** | ** |
| (V) 16,42 | 2,18 | 0,32 | - | n.s. | n.s. | ** | ** |
| (II) 16,06 | 2,54 | 0,68 | 0,36 | - | n.s. | * | ** |
| (I) 14,33 | 4,27 | 2,41 | 2,09 | 1,73 | - | n.s. | ** |
| (IV) 13,25 | 5,35 | 3,49 | 3,17 | 2,81 | 1,08 | - | ** |
| (VII) 8,62 | 9,98 | 8,12 | 7,80 | 7,44 | 5,71 | 4,63 | - |

* significativo ao nível de 0,05 de probabilidade

** significativo ao nível de 0,01 de probabilidade

n.s. não significativo

Os resultados da análise de regressão simples, da transpiração total com os fatores microclimáticos analisados, acham-se representados nas Figs. 18, 19 e 20. Nas mesmas figuras, os gráficos 18 H, 19 H e 20 H resumizam os da análise de regressão simples dos valores médios relativos ao período experimental todo.

Os resultados da análise de regressão múltipla, são apresentados a seguir no Quadro 4.

QUADRO 4 - Análise da variância com regressão múltipla da transpiração total (Y) em mg/dm²/min, do cafeeiro (Coffea arabica L. cv. Mundo Novo) cultivado ao sol, sobre os fatores microclimáticos: intensidade luminosa (X₁) em lux · 10³, temperatura (X₂) em °C e umidade relativa do ar (X₃) em %, durante a estação das chuvas (1970/71) em Piracicaba, SP.

| Causa de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|---|-------|---------|---------|---------|
| Regressão (X ₁ X ₂ X ₃) | 3 | 54,9252 | 18,3084 | 11,74 * |
| Resíduo | 3 | 4,6769 | 1,5590 | |
| Total | 6 | 59,6021 | | |

$$R^2 = 0,9215$$

* significativo ao nível de 0,05 de probabilidade

R² coeficiente de determinação

A regressão múltipla dos diferentes parâmetros analisados, permitiu calcular uma equação da forma:

$$Y = 72,7516 + 0,1198 X_1 - 1,4166 X_2 - 0,4365 X_3$$

onde:

Y = transpiração total (mg/dm²/min)

X₁ = intensidade luminosa (lux · 10³)

X₂ = temperatura (°C)

X₃ = umidade relativa do ar (%)

FIGURA 13 - Equações e linhas de regressão da transpiração total (Y, em $\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$) sobre a intensidade luminosa (X, em $\text{lux} \cdot 10^3$) da marcha diária da transpiração do cafeeiro (Coffea arabica L. cv. Mundo Novo), cultivado ao sol, na estação chuvosa 1970/71, em Piracicaba, SP.

18A a 18G Regressão linear dos valores de Y obtidos em cada um dos experimentos

18H Regressão linear dos valores de Y obtidos no período experimental todo



Regressão de Y nos diversos períodos do andamento diário da transpiração, em cada experimento



Regressão linear dos valores médios diários de Y obtidos nas diversas datas, no período experimental todo (estação das chuvas)

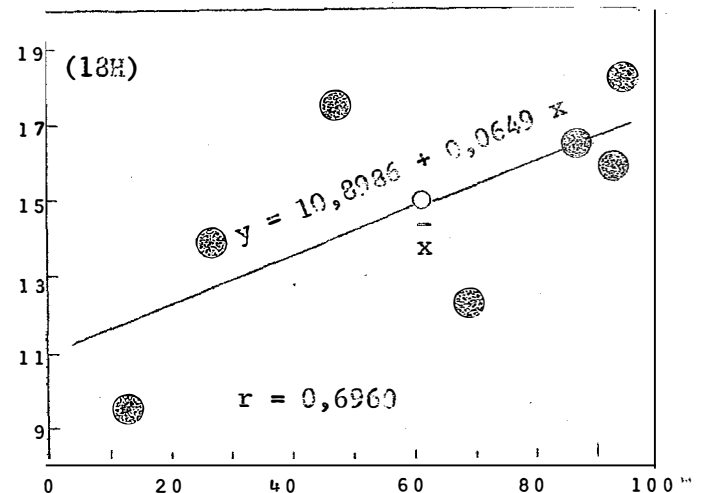
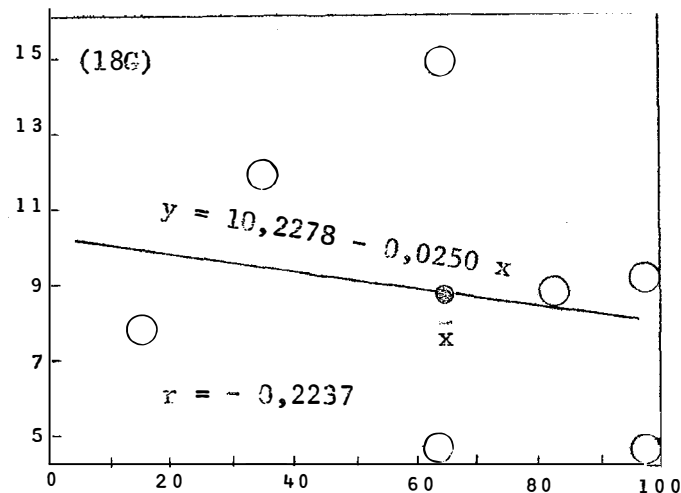
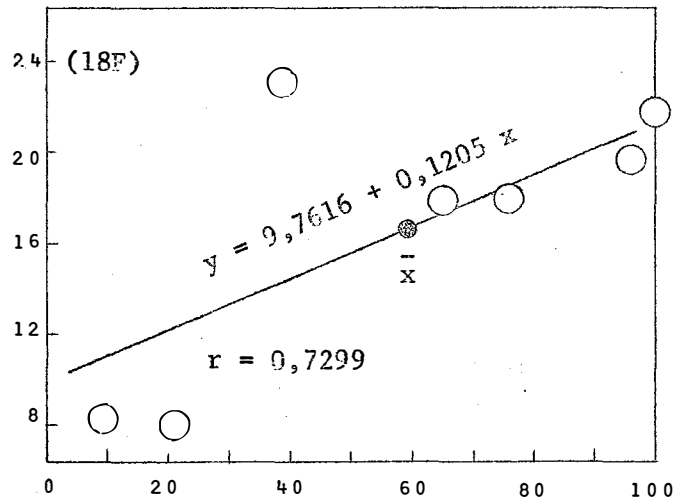
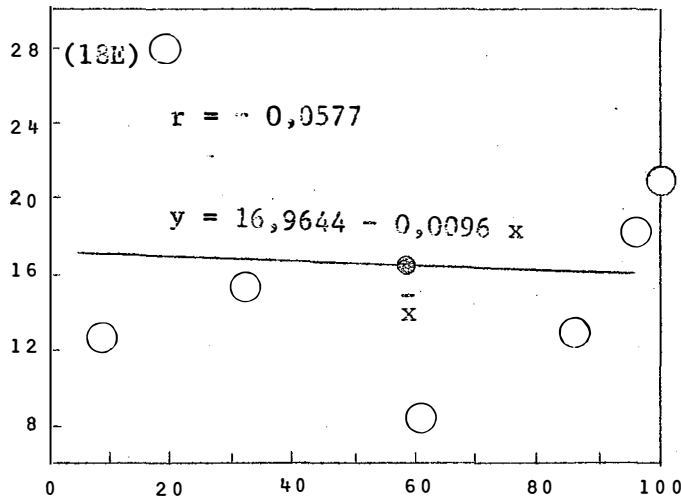
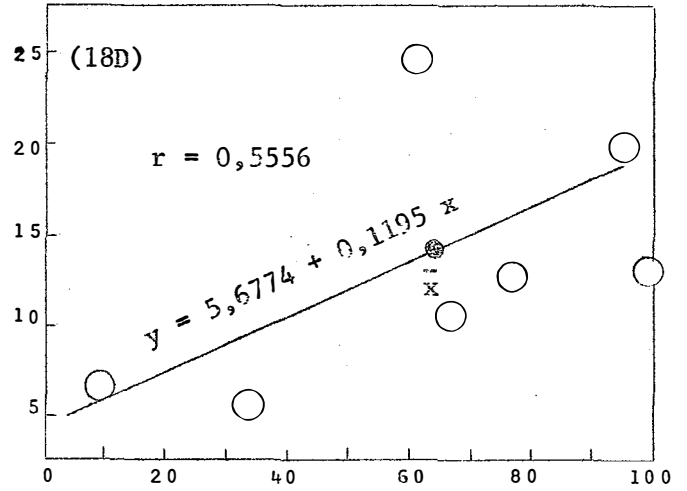
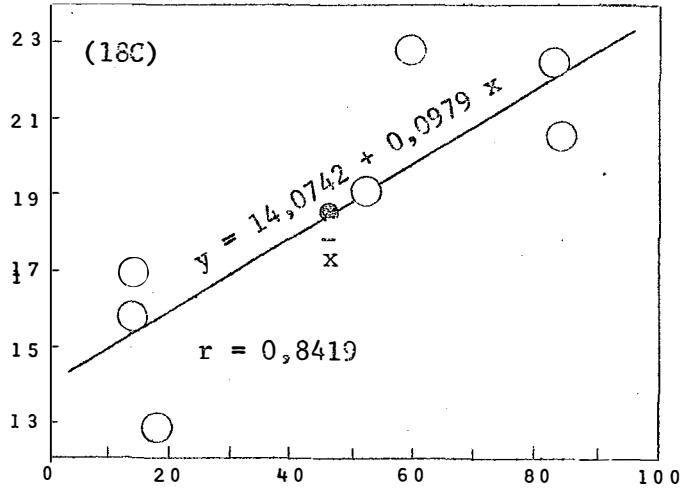
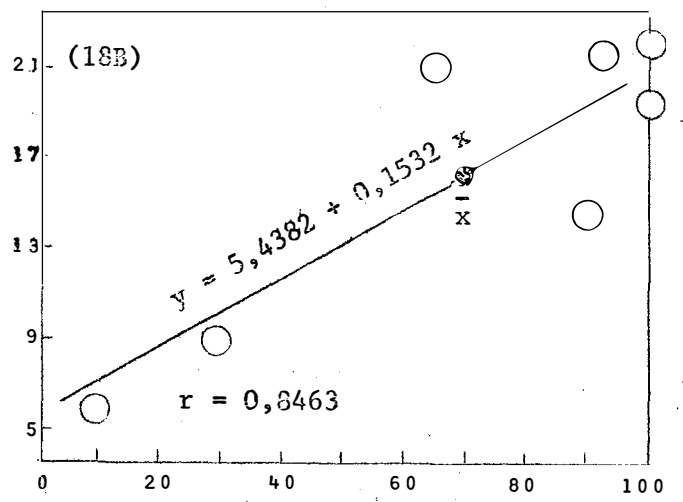
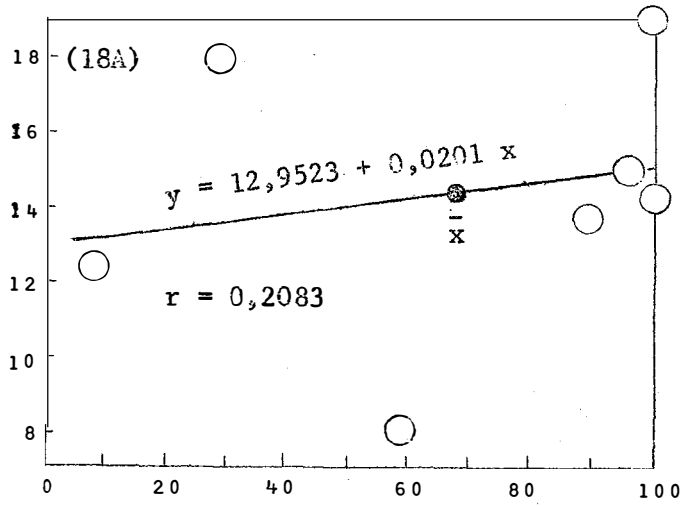


FIG. 18

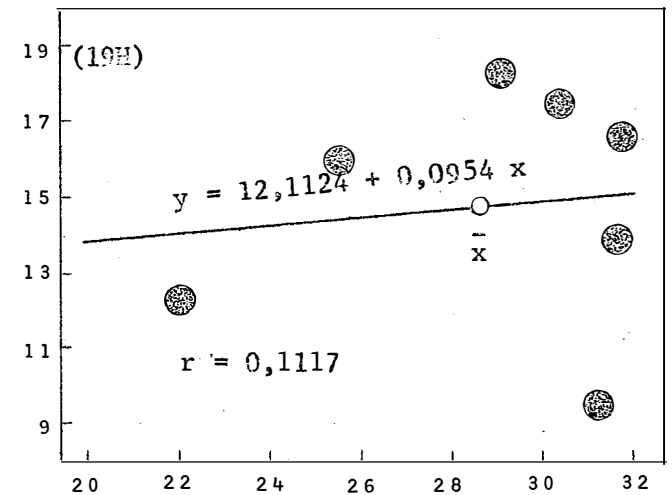
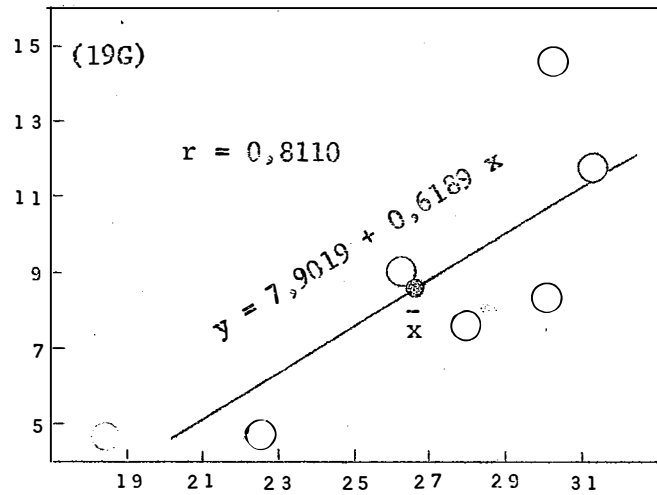
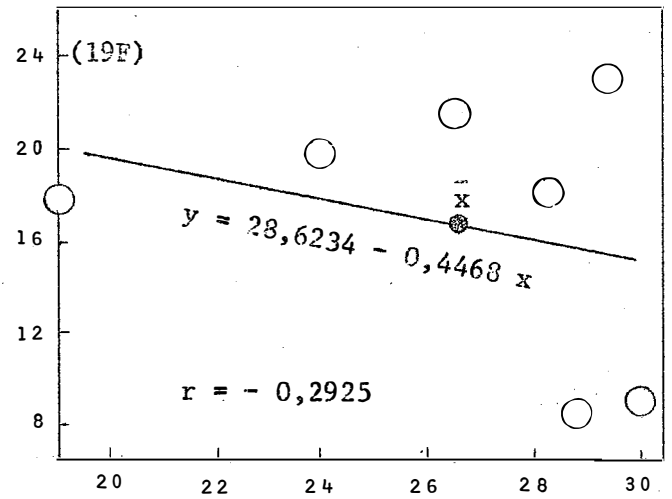
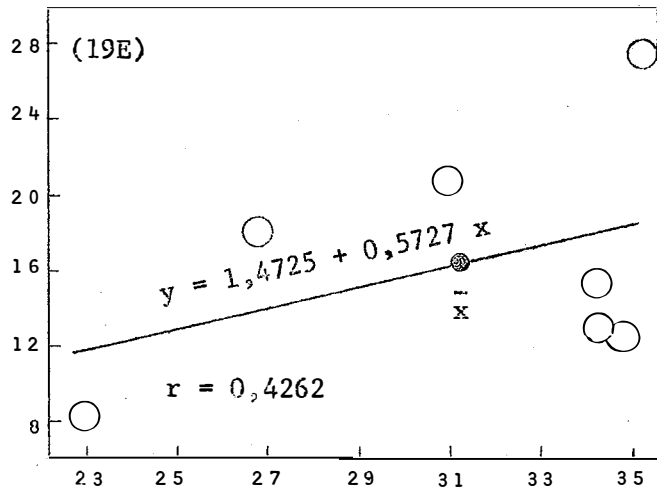
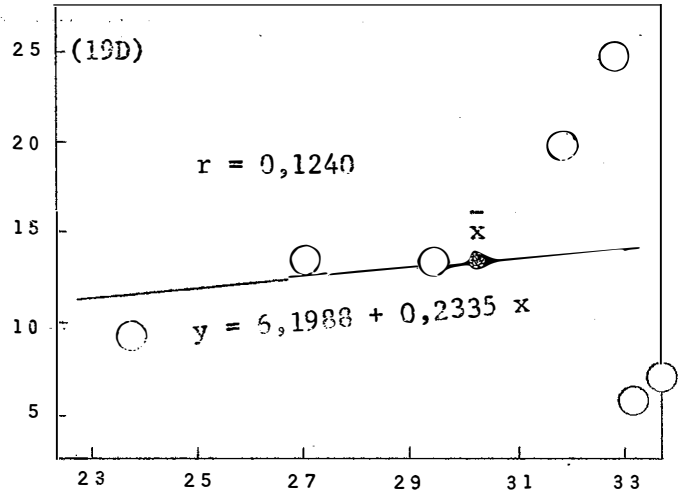
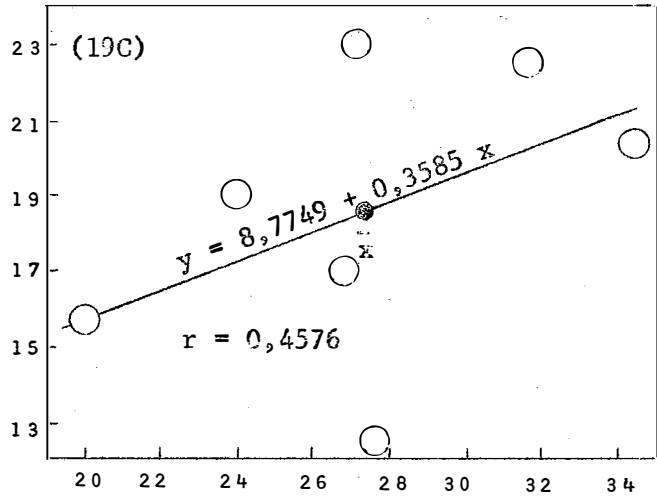
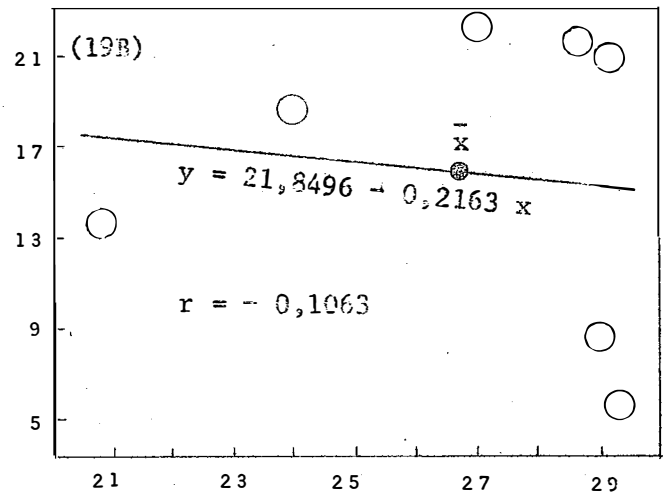
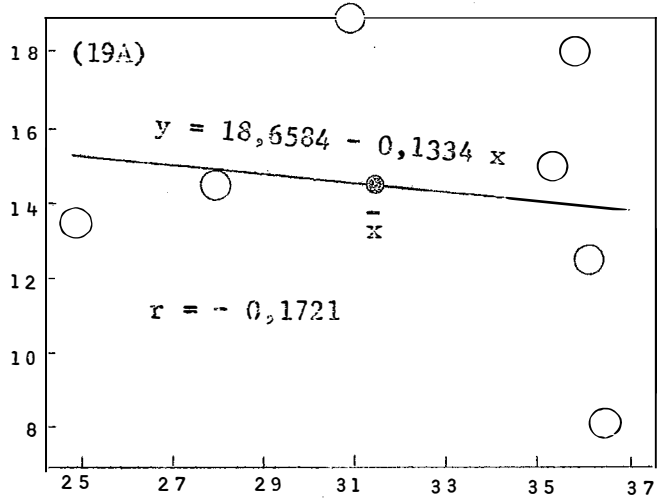


FIG. 19

FIGURA 19 - Equações e linhas de regressão da transpiração total (Y, em $\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$) sobre a temperatura do ar à sombra (X, em $^{\circ}\text{C}$) da marcha diária da transpiração do cafeeiro (Coffea arabica L. cv. Mundo Novo), cultivado ao sol, na estação chuvosa 1970/71, em Piracicaba, SP.

19A a 19G Regressão linear dos valores de Y obtidos em cada um dos experimentos

19H Regressão linear dos valores de Y obtidos no período experimental todo



Regressão de Y nos diversos períodos do andamento diário da transpiração, em cada experimento



Regressão linear dos valores médios diários de Y obtidos nas diversas datas, no período experimental todo (estação das chuvas)

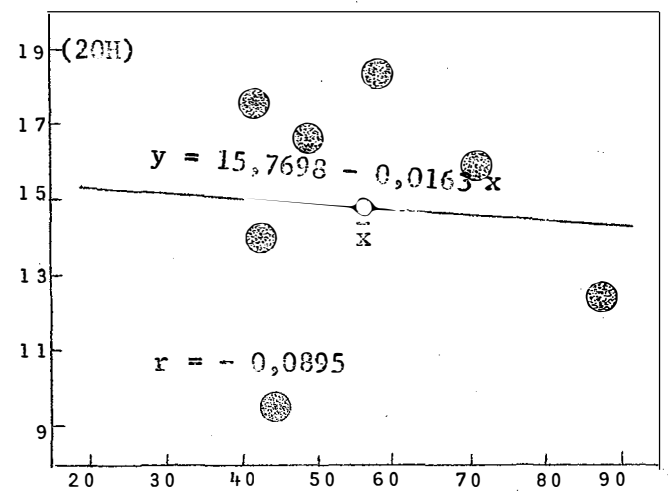
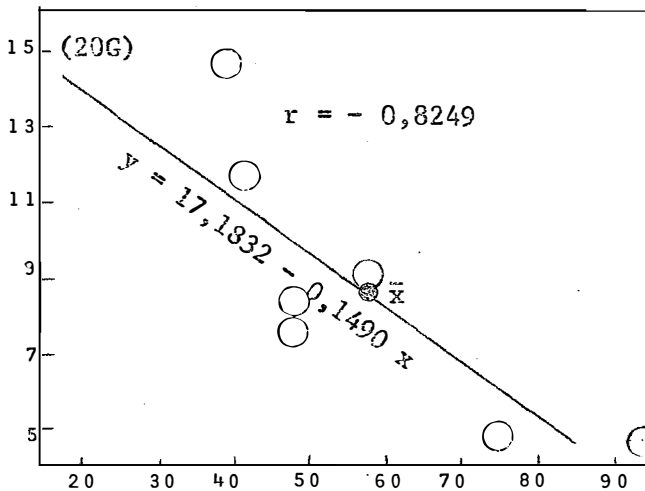
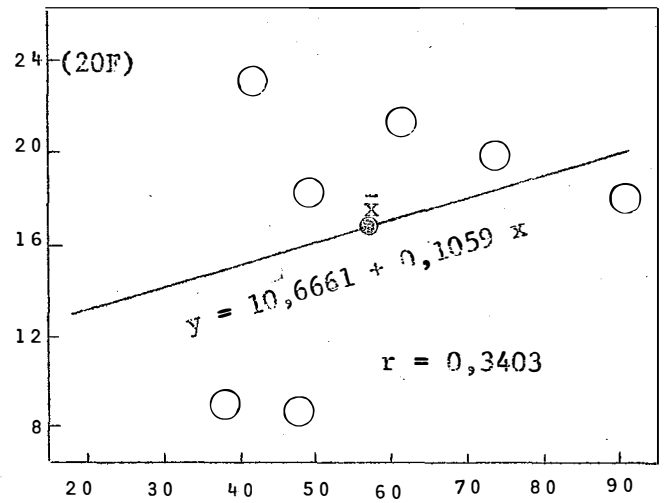
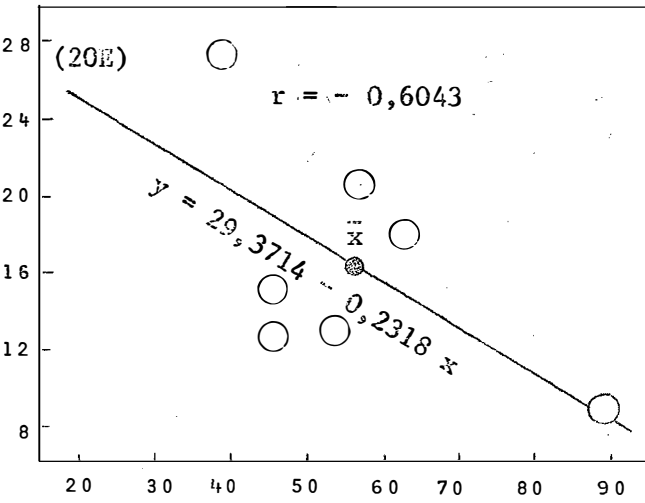
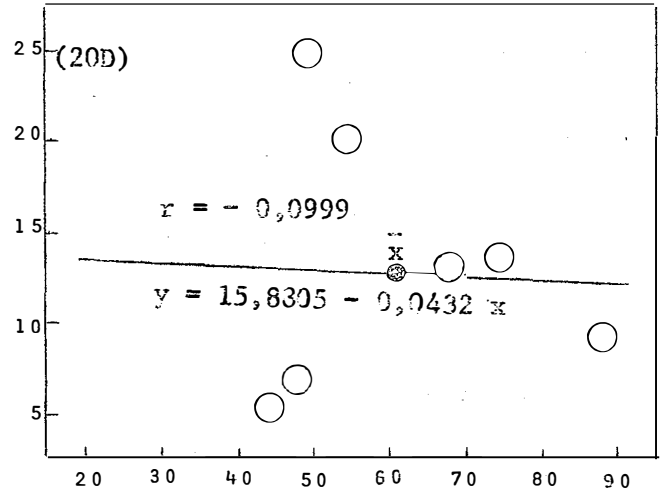
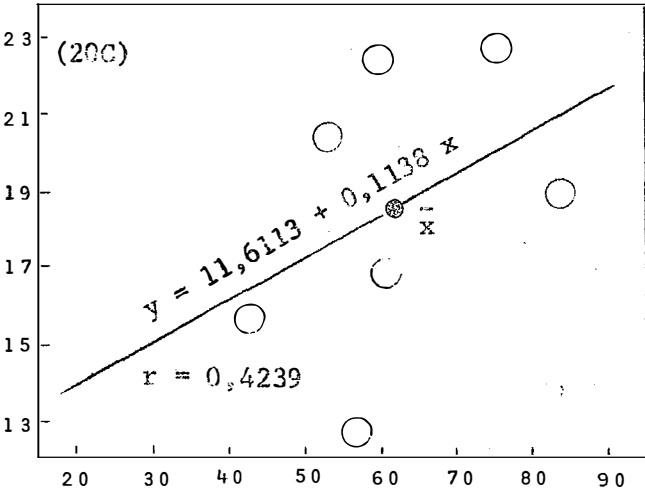
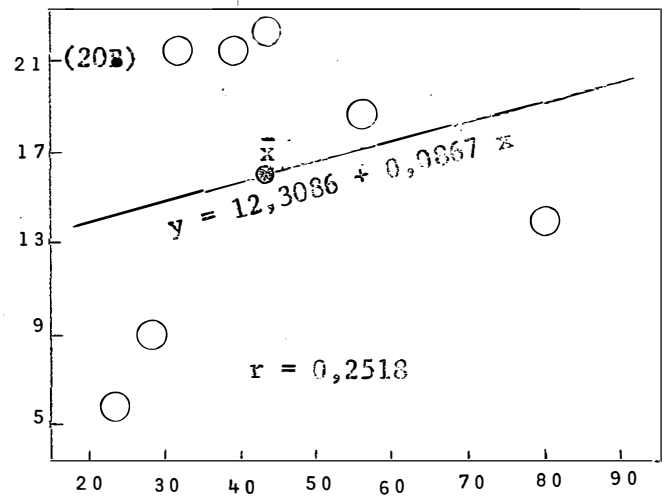
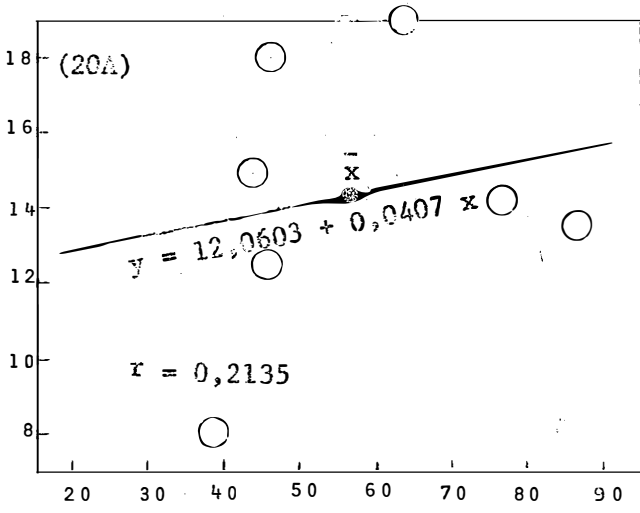


FIG. 20

FIGURA 20 -- Equações e linhas de regressão da transpiração total (Y, em $\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$) sobre a umidade relativa do ar (X, em %) da marcha diária da transpiração do cafeeiro (Coffea arabica L. cv. Mundo Novo), cultivado ao sol, na estação chuvosa 1970/71, em Piracicaba, SP.

20A a 20G Regressão linear dos valores de Y obtidos em cada um dos experimentos

20H Regressão linear dos valores de Y obtidos no período experimental todo



Regressão de Y nos diversos períodos do andamento diário da transpiração, em cada experimento



Regressão linear dos valores médios diários de Y obtidos nas diversas datas, no período experimental todo (estação das chuvas)

Na Tabela 55, são expostos os coeficientes de correlação da intensidade transpiratória com os fatores microclimáticos, calculados com os valores médios de transpiração total em cada experiência, e dos valores médios desse fator fisiológico no decorrer de todo o período experimental.

TABELA 55 - Coeficientes de correlação da intensidade transpiratória do cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo) versus fatores microclimáticos

| Nº | Experiências (datas) | Luminosidade (lux · 10 ³) | Temperatura (°C) | Umidade relativa (%) |
|-------|---|--|---------------------|-------------------------|
| 1 | 23 Dez. 70 | 0,2083 | - 0,1721 | 0,2135 |
| 2 | 16 Jan. 71 | 0,8463 | - 0,1063 | 0,2518 |
| 3 | 31 Jan. 71 | 0,8419 | 0,4576 | 0,4239 |
| 4 | 14 Fev. 71 | 0,5556 | 0,1240 | - 0,0999 |
| 5 | 16 Mar. 71 | - 0,0577 | 0,4262 | - 0,6043 |
| 6 | 29 Mar. 71 | 0,7299 | - 0,2925 | 0,3403 |
| 7 | 18 Abr. 71 | - 0,2237 | 0,8110 | - 0,8249 |
| Média | Período experimental (estação das chuvas) | 0,6960 | 0,1117 | - 0,0895 |

Os dados originais, relativos à transpiração total (Y, em mg/dm²/min) e às variáveis independentes (X₁, X₂, X₃) microclimáticas analisadas, utilizados no cálculo das equações de regressão simples, acham-se resumidas e expostas, separadamente, no Apêndice (Ap. 5, Ap. 6 e Ap. 7).

5.3.4 - Déficit de Saturação das Folhas

A análise da variância, apresentada no Quadro 5, mostra significância para os efeitos principais de períodos do dia (H) e datas (E), significativos ao nível de 0,1% de probabilidade. A interação de primeira ordem períodos do dia por datas (H x E), entretanto, mostrou-se estatisticamente não significativa.

QUADRO 5 - Análise da variância dos dados relativos ao déficit de saturação das folhas (D.S.%), utilizadas durante o andamento diário da transpiração do cafeeiro (Coffea arabica L. cv. Mundo Novo) cultivado ao sol, na estação das chuvas, em Piracicaba, SP.

| Causa de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|--------|-------|-----------|
| P | 2 | 2,69 | 1,34 | |
| H | 6 | 191,41 | 31,90 | 16,79 *** |
| E | 6 | 126,15 | 21,03 | 11,07 *** |
| H x E | 36 | 103,30 | 2,87 | 1,51 n.s. |
| P x H | 12 | 25,43 | 2,12 | |
| P x E | 12 | 37,25 | 3,10 | |
| P x H x E | 72 | 120,16 | 1,67 | |
| Interações | 96 | 182,84 | 1,90 | |
| Total | 146 | 606,39 | | |

C. V. = 29,7%

*** significativo ao nível de 0,001 de probabilidade

n.s. não significativo

C.V. coeficiente de variação

Apresentam-se a seguir (Tabela 56) os valores médios de déficit de saturação das folhas, obtidos nos experimentos realizados no decorrer da estação das chuvas, junto com os obtidos nos sucessivos períodos do dia na data de cada experiência. Tais valores são também representados graficamente na Fig. 21 D.

TABELA 56 - Valores médios de déficit de saturação (D.S.%) das folhas de café, obtidos nos sucessivos períodos do dia e em cada experimento, durante a estação das chuvas (1970/71) em Piracicaba, SP.

| Datas dos Experimentos | Períodos do dia | | | | | | | Média (\bar{X}) |
|------------------------|-----------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------|
| | 7:00/ 8:00 | 8:00/ 9:30 | 9:30/ 11:00 | 11:00/ 12:30 | 12:30/ 14:00 | 14:00/ 15:30 | 15:30/ 17:00 | |
| 23 Dez. 70 | 5,91 | 5,44 | 6,50 | 7,40 | 6,62 | 5,42 | 6,33 | 6,23 |
| 16 Jan. 71 | 3,81 | 4,57 | 5,80 | 4,82 | 6,25 | 3,71 | 3,46 | 4,63 |
| 31 Jan. 71 | 1,41 | 5,32 | 5,66 | 6,01 | 4,79 | 4,30 | 4,37 | 4,56 |
| 14 Fev. 71 | 0,28 | 3,87 | 3,61 | 4,12 | 4,59 | 3,61 | 2,83 | 3,28 |
| 15 Mar. 71 | 1,33 | 2,76 | 5,36 | 5,21 | 5,37 | 3,89 | 4,30 | 4,03 |
| 29 Mar 71 | 2,97 | 3,38 | 4,20 | 6,92 | 4,83 | 3,50 | 3,26 | 4,15 |
| 18 Abr. 71 | 1,59 | 3,14 | 5,94 | 8,25 | 8,22 | 5,83 | 6,45 | 5,64 |
| Média (\bar{X}) | 2,47 | 4,07 | 5,30 | 6,11 | 5,81 | 4,32 | 4,43 | $\bar{\bar{X}} = 4,65$ |

A variação dos valores médios de déficit de saturação das folhas, detectada pelo teste de Duncan, é apresentada nas Tabelas 57 e 58 que mostram, respectivamente, a variação existente nos sucessivos períodos do dia e nas diversas datas dos experimentos. Nessas tabelas, abaixo da diagonal, são mostradas as diferenças entre as médias; acima da diagonal, aparece a significância estatística dessas diferenças.

TABELA 57 - Valores médios do déficit de saturação (D.S.%) das folhas de café, obtidos nos sucessivos períodos do dia de cada experimento. Teste de Duncan. Significância das comparações, a cima da diagonal; diferenças entre médias, abaixo da diagonal.

| Médias | (4 ^o) 6,11 | (5 ^o) 5,81 | (3 ^o) 5,30 | (7 ^o) 4,43 | (6 ^o) 4,32 | (2 ^o) 4,07 | (1 ^o) 2,47 |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| (4 ^o) 6,11 | - | n.s. | n.s. | ** | ** | ** | ** |
| (5 ^o) 5,81 | 0,30 | - | n.s. | ** | ** | ** | ** |
| (3 ^o) 5,30 | 0,81 | 0,51 | - | n.s. | * | * | ** |
| (7 ^o) 4,43 | 1,68 | 1,38 | 0,87 | - | n.s. | n.s. | ** |
| (6 ^o) 4,32 | 1,68 | 1,38 | 0,87 | - | n.s. | n.s. | ** |
| (2 ^o) 4,07 | 2,04 | 1,74 | 1,23 | 0,36 | 0,25 | - | ** |
| (1 ^o) 2,47 | 3,64 | 3,34 | 2,83 | 1,96 | 1,85 | 1,60 | - |

* significativo ao nível de 0,05 de probabilidade

** significativo ao nível de 0,01 de probabilidade

n.s. não significativo.

TABELA 58 - Valores médios do déficit de saturação (D.S.%) das folhas de café, obtidos nas diversas datas do período experimental. Teste de Duncan. Significância das comparações, acima da diagonal; diferenças entre médias, abaixo da diagonal.

| Médias | (I) 6,23 | (VII) 5,64 | (II) 4,63 | (III) 4,56 | (VI) 4,15 | (V) 4,03 | (IV) 3,28 |
|---------------|-------------|---------------|--------------|---------------|--------------|-------------|--------------|
| (I) 6,23 | - | n.s. | ** | ** | ** | ** | ** |
| (VII) 5,64 | 0,59 | - | * | * | ** | ** | ** |
| (II) 4,63 | 1,60 | 1,01 | - | n.s. | n.s. | n.s. | ** |
| (III) 4,56 | 1,67 | 1,08 | 0,07 | - | n.s. | n.s. | ** |
| (VI) 4,15 | 2,08 | 1,49 | 0,48 | 0,41 | - | n.s. | n.s. |
| (V) 4,03 | 2,20 | 1,61 | 0,60 | 0,53 | 0,12 | - | n.s. |
| (IV) 3,28 | 2,95 | 2,36 | 1, | 1,28 | 0,87 | 75 | - |

* significativo ao nível de 0,05 de probabilidade

** significativo ao nível de 0,01 de probabilidade

n.s. não significativo

FIGURA 21 - Representação gráfica dos valores médios de área, peso seco, transpiração total e déficit de saturação das folhas de café (Coffea arabica L. cv. Mundo Novo), cultivado ao sol, nos diferentes períodos do dia e nas diferentes datas dos experimentos realizados durante a estação chuvosa (1970/71), em Piracicaba, SP.

21 A Valores médios de área foliar (cm^2)

21 B Valores médios de peso seco (mg)

21 C Valores médios de transpiração total ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$)

21 D Valores médios de déficit de saturação foliar (%)



Valores médios nos diversos períodos do dia (em arábicos), na data de cada experimento



Valores médios diários nas diferentes datas (em romanos), no período experimental todo (estação das chuvas)

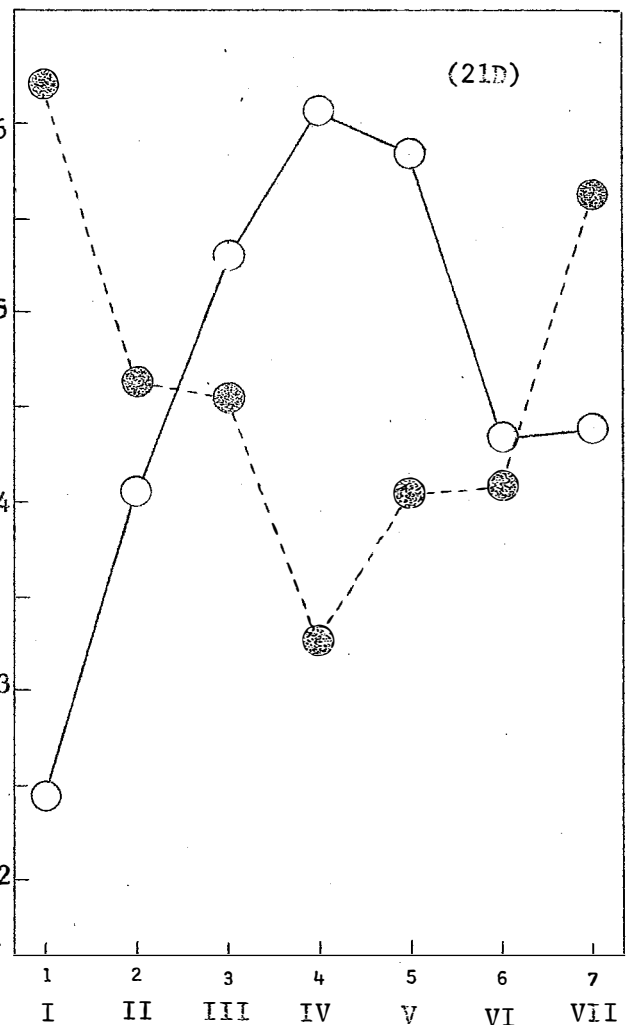
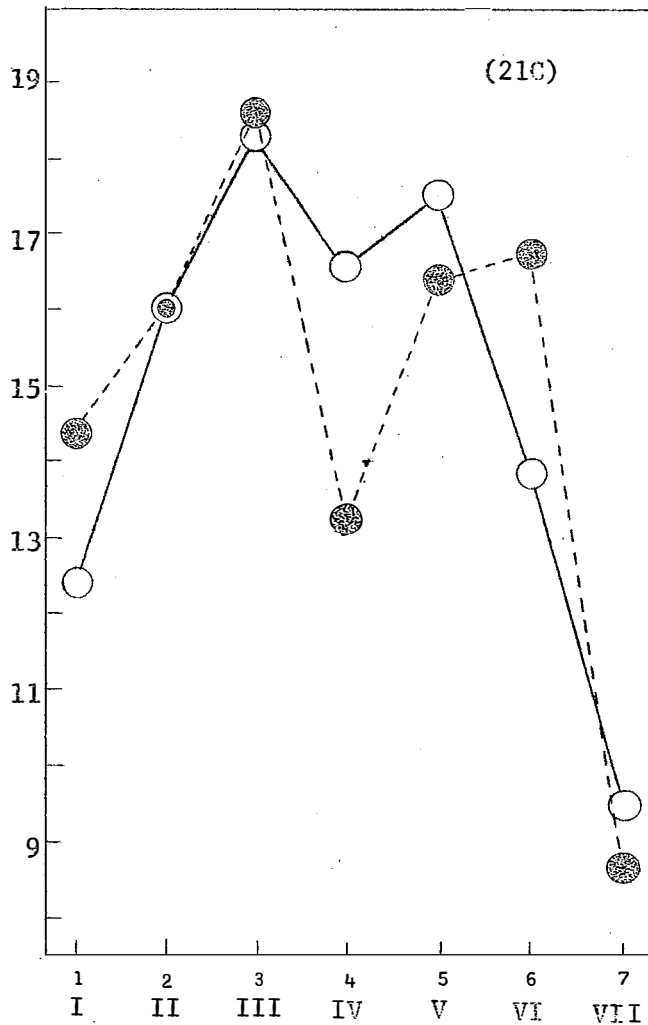
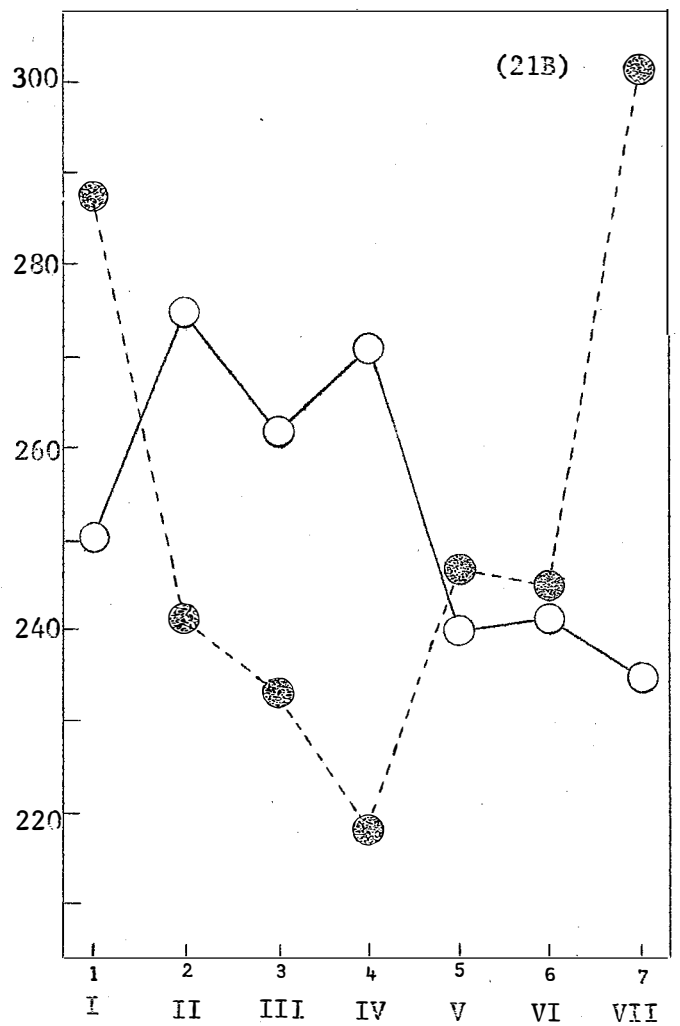
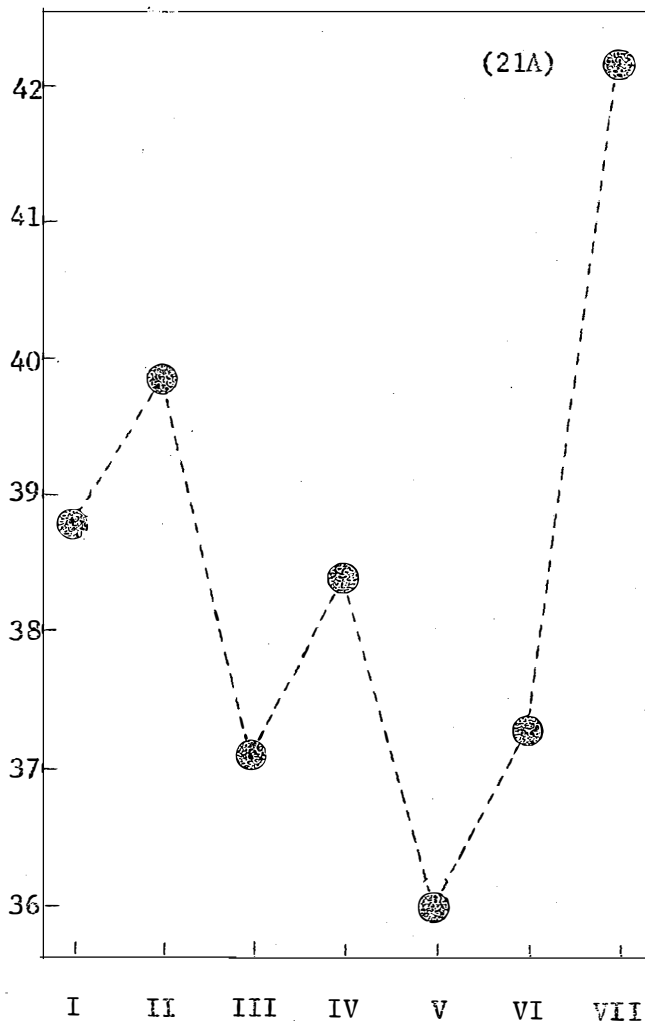


FIG. 21

6 - DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

6.1 - CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

Tendo em vista certas críticas feitas ao método de medida da transpiração usado neste trabalho, tornam-se necessárias algumas considerações que justifiquem o seu emprego.

Foi HALES, em 1727, o primeiro a medir a transpiração de plantas (KRAMER, 1959). A partir daquela data, inúmeros trabalhos foram realizados nesse sentido e, conseqüentemente, encontram-se na literatura excelentes revisões (e.g., STOCKER, 1956), desenvolvendo o tema de maneira exaustiva.

No presente trabalho, as perdas de água devidas à transpiração foram determinadas gravimetricamente, mediante emprego de balança que permitia a pesagem rápida de folhas destacadas. Esse método, como é relatado por FRANCO e MAGALHÃES (1962, 1963), foi desenvolvido por PFAFF em 1870, sendo posteriormente aperfeiçoado por HUBER por volta de 1927. Desde então é citado na literatura como "momentanmethode", "cut-leaf method", "rapid weighing method".

Após sua introdução no Brasil por RAWITSCHER (1942), generalizou-se seu uso como "método das pesagens rápidas" no estudo da transpiração ou da economia de água, aportando dados valiosos para o conhecimento da autoecologia de muitas espécies características de formações vegetais diversas. Nesse sentido foram estudadas plantas silvestres, agrófilas e cultivadas, como pode ser apreciado pela já extensa lista de trabalhos realizados no Brasil com essa técnica experimental, apresentada no Apêndice (Ap. 9).

A observação de F. DARWIN, em 1898, da "abertura temporária" dos estômatos que, impropriamente, foi chamada depois "efeito de Iwanoff" (cf. FRANCO e MAGALHÃES, 1962, 1963), originou trabalhos diversos sobre o controverso assunto da conveniência ou inconveniência do método das pesagens rápidas.

Entre nós, por terem utilizado o mesmo material (cafeeiro) da presente pesquisa, são de salientar as objeções de FRANCO e INFORZATO (1950) elegantemente contestadas por RAWITSCHER e MORELLO (1952) e MORELLO (1953). As críticas mais severas são talvez devidas a FRANCO e MAGALHÃES (1963), trabalhando com várias plantas cultivadas, dentre as quais o próprio cultivar das experiências aqui relatadas. Porém, pelo artificialismo da metodologia, por elas usada, e por ter sido o experimento conduzido no recinto fechado do laboratório e em casa de vegetação, seus resultados não podem ser diretamente confrontados com os do presente trabalho, obtidos no campo, nas condições de cultura ao sol.

Realizando todas as determinações gravimétricas em lapso de tempo nunca maior do que 90 segundos, eliminamos as possibilidades de críticas decorrentes dos resultados obtidos por FRANCO e MAGALHÃES (1962), com folhas de café, conforme as quais e segundo as condições externas (intensidade luminosa e umidade relativa) e internas (teor de água) da planta "the transpiration increased from 3.7 to 70 per cent in the first four minutes after cutting."

O aumento dos valores de transpiração, atribuídos à "abertura temporária" dos estômatos, como consequência do corte do suprimento hídrico às folhas, nem sempre é observado, como consta da literatura sobre o assunto (cf. BRITAIN e NAGARAJAH, 1971). O que parece indicar que sua ocorrência está associada a fatores próprios da planta estudada ou, mais provavelmente, às modalidades seguidas no emprego do método das pesagens rápidas e ao critério com que tem sido dirigidos alguns estudos críticos do método (e.g., FRANCO e MAGALHÃES, 1962, 1963).

A asseveração desses dois autores citados por último "que os resultados obtidos mostram sempre valores superiores aos da transpiração real" (loc. cit., pág. 87), poderia ser válida apenas para as condições controladas de seu experimento, no qual, salientam mais adiante no resumo em inglês:

"A temporary increase of the transpiration shortly after the isolation of the leaf area under study was found. The percentage of transpiration increase detected three minutes after the isolation of the area was 108% in the case of banana and 6.4% in the case of castor bean leaves." Embora não descrevam o que acontece logo após o corte do pecíolo até o momento (3 minutos depois) em que eles encontraram o incremento dos valores da transpiração, observamos que esse incremento, não ocorre imediatamente após o corte do pecíolo. Esta nossa observação é corroborada pelos próprios gráficos apresentados por esses autores, cujos dados foram obtidos em condições controladas de umidade relativa (20 e 40% , respectivamente). Valores estes bem inferiores à umidade relativa média (70,7%) calculada para os meses abrangidos nesta pesquisa (vide Sec. 6.2.2).

No caso do cafeeiro, então, os mesmos autores (FRANCO e MAGALHÃES, 1962) não informam com precisão quando ocorre verdadeiramente o incremento da transpiração por eles encontrado, assim se dirigindo aos leitores da língua inglesa "the transpiration increased from 3.7 to 70 per cent in the first four minutes after cutting, according to the light intensity and relative humidity employed" (pág. 220), e francesa "pour des feuille de caféier, les auteurs ont constaté jusqu'à 70% d'augmentation de la transpiration quatre minutes après que le pétiole eut été sectionné" (pág. 221).

Existem hoje métodos mais modernos para a medida da transpiração. Um engenhoso "transpirômetro", desenvolvido por WENT durante um período de dez anos (cf. STARK, 1967), já foi testado em extensos estudos de campo, realizados em 1945, perto de Winnemucca e Reno , Nevada , U. S. A. Mais recentemente, o mesmo instrumento foi usado também por STARK e LOVE (1969) , no estudo das relações hídricas de três espécies do deserto, no Vale da Morte, Califórnia.

Não tendo a possibilidade de usar esses métodos modernos, decidimos-nos pelo das pesagens rápidas, que tanta informação valiosa já tem oferecido, cientes de que mesmo os métodos mais sofisticados da atualidade são ainda sujeitos a críticas e passíveis das afirmações de FRANCO e INFORZATO (1950): "... nenhum dos métodos existentes para a medida da transpiração das plantas satisfaz plenamente, quando se trata de medir a transpiração in loco, nas condições de cultura", e as mais recentes de RUSSELL (1961): "... studies of this type are impeded by the lack of satisfactory methods of measuring in a non-destructive manner the relevant potentials, fluxes, and moisture contents at the level of morphologic detail necessary. The complexity of these measurement problems is so great that alternative approaches to the study of plant water relations should be considered."

6.2 - FATORES AMBIENTAIS

A maior parte da perda de água por transpiração ocorre nas plantas através dos estômatos, cutícula e lenticelas. Porém, "... the greatest amount of water lost by plants is through the stomates" (KOZLOWSKI, 1964).

Observações diversas, acrescentadas pelas agora relatadas, permitem salientar que os movimentos de abertura e fechamento estomático estão condicionados por interações, bastante complicadas, de uma série de fatores extrínsecos e da própria planta.

Interpretadas as relações da água atmosférica e sua difusão dentro das folhas como um continuum, compreende-se facilmente a necessidade de se fazer, concomitantemente com os estudos de transpiração, observações dos fatores do meio ambiente.

Dentre esses fatores ambientais, os mais comumente citados na literatura, como os de maior efeito sobre a taxa transpiratória, são entre outros (e.g., CURTIS e CLARK, 1950): temperatura, umidade relativa do ar, luminosidade, vento, suprimento de água às folhas, pressão atmosférica e natureza do gas onde a água se difunde.

Alguns desses fatores, podem exercer sua influência sobre a transpiração pelos efeitos produzidos no movimento estomático, e mesmo na estrutura da folha. Mas, por outra parte, apontam os dois autores antes citados (loc. cit., pág. 190) as causas dos efeitos imediatos desses diversos fatores, exceto os dos enumerados por último, "can best be explained through their effects on the relative vapor pressures inside and outside of the leaf."

Da análise comparativa das Figuras 3 a 9, que exprimem as condições do ambiente na estação das chuvas, pode-se concluir que, durante o período experimental, os fatores ambientais (valores médios de 7 observações) foram favoráveis à transpiração, caracterizando-se pelas variações que a seguir se enumeram.

6.2.1 - Temperatura

A temperatura mostra valores mínimo de 21,2 °C, máximo de 33,4 °C e amplitude de 12,2 °C, a qual coincide praticamente com a amplitude térmica média (12,9 °C) calculada com os valores médios mensais dos 5 meses abrangidos nesta pesquisa (dezembro a abril), como pode ser verificado pelos dados apresentados nas Tabelas 2 a 6. Os valores mais elevados ocorrem no período da tarde, em geral depois do meio dia até as 15 horas. Em alguns dias (14/2/71, Fig. 6) a máxima registrou-se em hora ainda mais avançada, 16 horas aproximadamente, como é indicado na Tabela 18. Os valores mais baixos, registram-se normalmente no período das 7 às 8 horas da manhã.

Um acentuado paralelismo entre as curvas de temperatura e evaporação, pode ser constatado em 71,4% das experiências realizadas, sendo que, nos 28,6% restantes, houve algumas divergências que podem ser atribuídas às variações na pressão do vapor e umidade relativa do ar, em 23/12/70 no período da tarde (Fig. 3) e, em 31/1/71, no período da manhã principalmente (Fig. 5).

6.2.2 - Umidade Relativa do Ar

Mostra valores mínimo de 20% e máximo de 100% . As experiências números 3 (31/1/71), 4 (14/2/71), 6 (29/3/71) e 7 (18/4/71), realizaram-se sob condições de maior umidade relativa do ar. Os valores mais baixos verificam-se no período da tarde, das 13 às 16 horas. Os mais elevados, no início do dia, das 7 às 8 horas (Tabelas 17, 18, 20 e 21, respectivamente).

As experiências n.ºs 1 (23/12/70), 2 (16/1/71) e 5 (15/3/71) realizaram-se, relativamente, sob condições de menor umidade relativa do ar. O valor médio de umidade relativa, calculado com os valores médios dos meses abrangidos nesta pesquisa (dezembro a abril), foi de 70,7% . Valor este muito próximo do valor médio (68%), calculado com os valores médios obtidos em cada uma das 7 experiências realizadas.

O antagonismo da curva de umidade relativa com a da temperatura do ar, foi a marcadamente manifesto na totalidade das experiências. Observando melhor constata-se, entretanto, uma tendência ao paralelismo com a curva de pressão do vapor, em 85,7% dos casos. Nos 14,3% restantes, representados pela experiência n.º 3 realizada em 31/1/71 (Fig. 5), as divergências assinaladas pelas curvas de umidade relativa e pressão do vapor podem-se atribuir à variação da temperatura, nas primeiras horas da tarde, como consequência das mudanças ocorridas nas condições do tempo: precipitações no W, ambiente carregado, trovoadas, ventos SW de força 2 (Tabela 3) . Os ventos do NW e N-NW que soprovam no período das 11 às 13:30 horas, receberam o efeito contrário dos ventos do NE e E que sopravam no intervalo das 13:30 e 14:30 horas (Tabela 17), dissipando as ameaças de chuva no local de trabalho. Mesmo assim, súbito chuvisco de escassa duração ocorreu por volta das 14 horas, impedindo as leituras do catavento e anemômetro.

6.2.3 - Pressão do Vapor

O exame dos valores tabulares, obtidos nas 7 experiências, mostram valores iniciais oscilando entre 14,4 e 20,0 mm Hg (média 17,6 mm Hg). Os menores índices, em média 12,4 mm Hg, foram obtidos durante a tarde (13 às 15:30 horas), quando também a curva da temperatura atingia seus valores mais elevados (Fig. 3 a 9). Os maiores, em média 19,3 mm Hg, foram obtidos, geralmente, durante a manhã (7 às 10 horas), havendo casos, porém, em que foi maior às 12 horas (31/1/71, Tabela 17), às 12:30 horas (15/3/71, Tabela 19) e até mesmo às 18 horas (14/2/71, Tabela 18).

6.2.4 - Evaporação

A análise prévia das curvas de temperatura, umidade relativa e pressão do vapor, permite avaliar a precisão das curvas representativa dos valores de evaporação obtidos, por quanto a interdependência desses fatores físicos influi nas condições que regulam a evaporação. Com efeito, quando os outros fatores não variam, a um aumento da pressão do vapor corresponde uma elevação da taxa de evaporação. Por outra parte, à uma temperatura qualquer, a pressão do vapor varia diretamente com a umidade relativa, segundo a lei de Boyle (CURTIS e CLARK, 1950). Uma explanação das equações que exprimem as leis da evaporação (Dalton, Stefan, Jeffreys e outras) pode ser consultada no Capítulo IX do livro de STILES (1950).

A curva da evaporação, por sua vez, serve de padrão comparativo nas observações do comportamento transpiratório da planta. Seus valores, aliás, são elementos indispensáveis na relação T/E: o "transpiration coefficient" de Briggs e Shantz (MILLER, 1938, pág. 486) ou a "transpiração relativa" de Livingston (RAWITSCHER, 1942, pág. 69), a qual constitui um **subsídio** importante para a melhor interpretação dos resultados obtidos em medidas de transpiração.

Das observações realizadas, as da Experiência n.º 1 (23/12/70) mostra o valor médio maior (113,7 mg/dm²/min). Em contraste, as da Experiência n.º 7 (18/4/71) mostra o menor valor médio de evaporação (13,9 mg/dm²/min). Os maiores valores verificaram-se durante a tarde, geralmente no período das 12:30 às 15:30 horas, e às vezes até mais tarde (17 horas), como mostram as Tabelas 23, 26, 29, 32, 35, 38 e 41. Os menores valores verificaram-se nas primeiras horas da manhã, sendo, no período das 7 às 8 horas, inferiores a 15 mg/dm²/min em 56,6% das experiências realizadas.

Os valores médios mensais de evaporação declinaram no decorrer da estação, de um valor mais alto (145,0 mm) em dezembro, para um mais baixo (97,4 mm) em abril (Tabelas 2 a 6). O valor médio, calculado com esses valores, indica que a evaporação média mensal é de 121,9 mm, durante os meses abrangidos no presente trabalho.

O paralelismo da curva da evaporação com a da temperatura, foi marcadamente manifesto na maioria das experiências (85,7%). Os 14,3% restantes, representados pela Experiência n.º 1 realizada em 23/12/70 (Fig. 3), mostram apenas uma divergência durante a tarde, no intervalo das 12:30 às 14:30 horas, que pode-se atribuir à elevação dos índices de pressão do vapor e dos valores de umidade relativa do ar, registrados no mesmo intervalo de tempo, quando o céu ficou encoberto por cumulus, que ocasionaram quedas nos valores de luminosidade (Fig. 3) da ordem de 70% e 80% nas faces leste e oeste, respectivamente, e a temperatura caindo em 2 °C (Tabela 17).

6.2.5 - Luminosidade

A luz, e especialmente a luz direta do sol, tem um efeito marcante no incremento da transpiração. Não só pelo efeito direto da sua transformação em calor após sua absorção na superfície foliar, mas também pelos seus efeitos indiretos sobre o movimento estomático, como é salientado por STILES (1950): "Like humidity, light may affect transpiration indirectly by its effect on stomatal opening and closure" (pág. 285).

A presente investigação foi conduzida em condições de campo, sob os efeitos da insolação direta. As medidas de transpiração foram realizadas em dias de elevada intensidade luminosa, como pode ser verificado pelas curvas apresentadas (Figs. 3 a 9) e pelos dados expostos nas Tabelas 15 a 21. O exame desses dados mostram que, em geral, nas datas em que as experiências foram realizadas, obtiveram-se valores iguais ou superiores a 100 000 lux no decorrer da manhã, e que esses registros mantiveram-se constantes durante intervalos contínuos de 2 e até 3 horas, às vezes já no início do dia (8:30 às 11 horas) como é indicado nas Tabelas 16 a 18.

Os valores iniciais de intensidade luminosa, foram especialmente elevados ($\geq 70\ 000$ lux) nos meses de dezembro, em 23/12/70 (Tabela 15), e janeiro a 16 e 31/1/71 (Tabelas 16 e 17).

O efeito dessa elevada intensidade luminosa é, sem dúvida, atenuado pelo movimento aparente do sol, quando as folhas da face leste são protegidas da insolação pela folhagem da face oeste, durante a tarde, como é mostrado no Apêndice (Ap. 8).

Na época em que se realizaram as experiências, o maior número de horas de insolação foi registrado em janeiro (256,6 h). O menor número (198,1 h), registrou-se em fevereiro. Confrontados com os de MELLO (1960), esses dados diferem sensivelmente com os de janeiro (157,2 h) e fevereiro (86,4 h) de há um decênio.

A insolação média mensal, nessa época chuvosa, foi de 218 horas, como pode ser verificado pelos dados expostos nas Tabelas 2 a 6. A insolação média diária, no mesmo período, calculada com as médias diárias de cada mês, foi de 7,2 horas.

De todas as experiências realizadas, a de 16/1/71 foi a que se efetuou sob as condições de maior insolação diária (11,8 h). A de 31/1/71, entretanto, realizou-se apenas com 55,1% daquela (6,5 h), sendo, aliás, a experiência realizada sob condições de menor insolação diária.

6.2.6 - Vento

Nas condições de campo, este fator ambiental é com frequência responsável pelas variações na temperatura das folhas e outros tecidos. Isto é especialmente importante quando a folha está sob a luz direta do sol, sendo aquecida de maneira considerável acima da temperatura do ar. Como é apontado por CURTIS e CLARK (1950) "in quiet air the temperature attained is much higher than when a brisk breeze is blowing."

O vento, porém, parece afetar mais a transpiração cuticular do que a estomatar (MILLER, 1938). Isto poderia talvez ser explicado pela observação de ALMEIDA e ARENS (1970), em folhas de Coffea arabica, segundo a qual o estímulo mecânico da fricção das folhas, induz um fechamento contínuo sem reabertura dos estômatos.

No presente trabalho, os maiores valores médios mensais de velocidade do vento, foram obtidos em dezembro (4,2 m/s) e janeiro (3,7 m/s), como é indicado nas Tabelas 2 e 3, respectivamente, quando também obtiveram-se as mais elevadas médias diárias de transpiração cuticular, nas experiências de 23/12/70 (3,0 mg/dm²/min) e 16/1/71 (3,4 mg/dm²/min), como pode ser verificado nas Tabelas 23 e 26, respectivamente.

6.2.7 - Umidade do Solo

A quantidade de água disponível para o crescimento das plantas, em condições naturais e sem irrigação, depende das precipitações. A eficiência dessa precipitação depende, por sua vez, de quanto ela penetra no solo ocupado pelas raízes e pode nele ser armazenada (KRAMER, 1949). O armazenamento da água no solo, evidentemente, está relacionado com diversos fatores, dentre os quais, a evaporação e a transpiração, cuja importância é incontestável.

Durante os meses abrangidos pela presente pesquisa, as precipitações atingiram em média 120,5 mm, como pode ser constatado pelos dados expostos nas Tabelas 2 a 6. Os meses de maior precipitação foram janeiro (180,6 mm) e março (173,5 mm), em que se constataram os maiores valores médios de transpiração total: 17,0 mg/dm²/min em 31/1/71 e 16,7 mg/dm²/min em 29/3/71 (Tabelas 30 e 39). A menor precipitação média mensal registrou-se em abril (28,3 mm), quando praticamente estava encerrada a estação chuvosa, valor esse que coincidiu com o valor médio mais baixo de transpiração total ou absoluta (8,4 mg/dm²/min), registrado também no mês de abril (Tabela 43). Os valores de evaporação nesses dois meses, 42,8 mg/dm²/min em março (média dos dois valores obtidos nesse mês) e 45,6 mg/dm²/min em abril representam, respectivamente, 57,4% e 61,2% do valor maior de evaporação (74,5 mg/dm²/min) de todo o período experimental, obtido na Experiência n^o 1 (23/12/70).

Confrontados com os de MELLO (loc.cit., pág. 29), nossos dados de precipitação também diferem dos obtidos há mais de um decênio nos meses de março (192,1 mm), abril (45,2 mm) e outros, explicando a diferença encontrada no número de horas de insolação, entre as duas épocas, já discutida na Sec. 6.2.5.

A análise da representação gráfica (Fig. 1) do balanço hídrico da região de Piracicaba (cf. RANZANI et al., 1966), mostra que de dezembro a março a curva da precipitação (P) sobrepassa a da evapotranspiração potencial (EP), indicando que há, normalmente, um excedente de água no solo nesses meses. Parte da água excedente em dezembro, porém, vai como água repostada no solo, para compensar a água que dele é retirada em novembro, quando a curva de EP sobrepassa à curva de P. A utilização da água disponível do solo tem início no mês de abril.

Da análise anterior conclui-se que, durante o período experimental do presente trabalho, houve condições favoráveis de balanço hídrico.

O suprimento de água às folhas nem sempre é adequado para acompanhar as perdas devidas à transpiração. Esta premissa é tanto mais verdadeira quanto mais próxima do coeficiente de murchamento está a água do solo que envolve as raízes.

A transpiração pode, certamente, acarretar uma redução do conteúdo de água da planta. A importância dessa redução dependerá da diferença entre as taxas de perda e absorção de água, e como salientam CURTIS e CLARK (op. cit., pág. 243): "... under atmospheric conditions favoring rapid transpiration, the process will always result in a lower water content even if the water supply in the soil is abundant. Under natural conditions, therefore, land plants usually show a daily fluctuation in water content." Nessas flutuações, acrescentam eles (pág. 257): "The lowest water content is usually found in the early afternoon of clear hot days."

Em face dessas considerações, e como um dado subsidiário na interpretação dos resultados obtidos, fizemos, paralelamente ao andamento diário da transpiração, determinações da umidade do solo no local de trabalho. Os dados foram obtidos em base ao peso seco que, de conformidade com KRAMER (op. cit., pág. 73): "All other methods are more or less indirect, because the measurements obtained by them are always correlated with percentage-moisture content as determined by oven-drying."

O exame dos dados da Tabela 22, e das curvas representativas do andamento diário da umidade do solo (Figs. 3 a 9), durante o período experimental, revela escassas variações nas três profundidades da amostragem. Entre as camadas de 0 - 10 e 10 - 20 cm foram encontradas variações de 1 e 2%. Entre a camada mais superficial (0 - 10 cm) e a mais profunda (20 - 30 cm) a maior variação encontrada foi inferior a 6%, variação que pode ser atribuída aos fatores ambientais favoráveis a uma maior evaporação nas camadas mais superficiais do solo. Com efeito, a maior variação (5,7%) foi encontrada no mes de dezembro, quando foram obtidos os maiores valores médios mensais de ve

locidade do vento (4,2 m/s) e, em horas da manhã, quando também os valores iniciais de intensidade luminosa foram especialmente elevados ($\geq 70\ 000$ lux).

A percentagem de água do solo disponível para as plantas é representada pela equação:

$$A. D. = U. A. - U. M.$$

onde:

U. D. = água disponível

U. A. = umidade atual

U. M. = umidade de murchamento.

De conformidade com RANZANI et al. (1966), para o horizonte Ap do solo da Série Luiz de Queiroz barro argiloso, profundidade 0-35 cm, do local de nossas experiências, corresponde uma U. M. de 16,0% (loc. cit., pág. 73). Pela equação acima, A. D. é inferior em 9,7% ao valor médio de U. A. (25,7%) obtido em plena estação chuvosa, e em 8,6% ao valor médio de U. A. (24,6%) obtido em todo o período experimental. O maior valor médio de U. A. (27,1%) foi obtido em janeiro (31/1/71), coincidindo com a maior precipitação média mensal (180,6 mm). O menor valor médio de U. A. (17,7%), como era de esperar-se, obteve-se em abril (18/4/71), coincidindo com a menor precipitação média mensal (28,3 mm).

Conclui-se que, mesmo no mês que acusou as menores disponibilidades hídricas (abril), o armazenamento da água no solo manteve-se sempre acima do limite da umidade de murchamento, tendo as plantas estudadas, portanto, água disponível durante todo o período experimental, pois o menor valor de U.A. excedeu o valor de U. M. de 1,7% e o maior excedeu de 11,1% esse limite crítico.

6.3 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

Discutem-se a seguir os resultados obtidos da análise estatística dos fatores fisiológicos analisados: área foliar (cm^2), peso seco (mg), transpiração total ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$) e déficit de saturação das folhas (D.S.%).

6.3.1 - Área Foliar

Os resultados da análise da variância dos dados relativos à área das folhas, revelam um efeito significativo ao nível de 0,1% de probabilidade para as datas em que foram realizados os experimentos (7,73 ***), o que parece indicar uma influência da variação das condições ecológicas sobre o desenvolvimento foliar dos cafeeiros, no decorrer da estação chuvosa em que foram estudados.

A significância estatística dos valores médios de área foliar, nas diversas datas dos experimentos, detectada pelo teste F, é apurada pela aplicação do teste de Duncan, como é mostrado na Tabela 48. Observa-se que na data VII (18/4/71) obteve-se o maior valor médio de área foliar ($42,19 \text{ cm}^2$). Valor esse que, exceto o da data II ($39,80$) não significativo, difere estatisticamente com todos os outros ao nível de 1% de probabilidade.

Verifica-se ainda, que a data V (15/3/71) apresenta a média mais baixa de superfície foliar ($35,89 \text{ cm}^2$). Valor esse que, embora não difira estatisticamente das datas III ($37,06$) e VI ($37,30$), apresenta diferenças significativas com os das datas I ($38,69$) e IV ($38,40$) ao nível de 5% de probabilidade, e com os das datas II ($39,80$) e VII ($42,19$) ao nível de 1% de probabilidade.

A variação dos valores médios de área foliar, no decorrer da estação chuvosa pode ser visualizada na representação gráfica desses valores (Fig. 21 A). Observa-se nessa figura uma tendência para a diminuição, a partir dos valores relativamente altos das datas I (23/12/70) e II (16/1/71),

até o da data V (15/3/71) quando foi obtido o mínimo (35,89). Daí em diante, a tendência da curva é a de uma acentuada elevação até a data VII (18/4/71) quando obteve-se o máximo (42,19). Nossos dados, porém, são insuficientes para a discussão adequada dessa provável variação estacional da área foliar do cafeeiro, talvez influída pela duração do dia e fenologia das plantas estudadas, dentre as muitas interações certamente envolvidas nesse aspecto do crescimento vegetativo.

6.3.2 - Peso Seco

Os resultados da análise da variância dos dados relativos ao peso seco das folhas, revelam uma significância estatística ao nível de 0,1% de probabilidade para os efeitos principais de períodos do dia (5,82 ***) e datas dos experimentos (21,43 ***), assim como para a interação principal desses dois efeitos (2,29 ***) .

A variação significativa dos valores médios do peso seco das folhas, nos sucessivos períodos do dia, detectada pelo teste F, é apurada pela aplicação do teste de Duncan como mostra a Tabela 50. Observa-se que no 2.º período do dia (8:00 às 9:30 horas) obteve-se o maior valor médio de peso seco (274,76 mg). Valor esse que não difere estatisticamente dos obtidos nos períodos 3.º (262,29) e 4.º (271,00) não significativos, mas que apresenta diferenças estatisticamente significativas ao nível de 5% de probabilidade com o obtido no 1.º período do dia (250,10), e ao nível de 1% de probabilidade com os restantes períodos diários.

Verifica-se também que o 7.º período (15:30 às 17:00 horas), apresenta a média mais baixa de peso seco das folhas (234,95). Valor esse que, embora não difira estatisticamente dos obtidos nos períodos 1.º (250,10), 5.º (239,19) e 6.º (242,19) não significativos, apresenta diferenças significativas com os demais períodos do dia. Essas diferenças indicam que, nos períodos da manhã, a produtividade do cafeeiro parece ser mais ativa, quando a luminosidade e temperatura elevadas aumentam consideravelmente a transpira-

ção, até um ponto além do qual esses fatores ecológicos tem um efeito inibitório da fotossíntese, com diminuição dos valores de matéria seca produzida, e são também coerentes com as afirmativas de NUNES, BIERHUIZEN e PLOEGMAN (1969) relativas ao cafeeiro "... water use efficiency (dry matter production in grams per gram water used) decreases largely with an increase of light and temperature."

Na Tabela 55, pode-se observar que na data VII (18/4/71), obtve-se o maior valor médio de peso seco das folhas (303,95 mg). Valor esse que exceto o da data I (286,86) não significativo, difere estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade com os obtidos nas datas dos restantes experimentos.

Verifica-se, ainda, que a data IV (14/2/71), apresenta a média mais baixa de peso seco das folhas (218,24), coincidindo essa data com a do experimento em que foi obtido o valor médio mais baixo de transpiração total (12,2 mg/dm²/min) de plena estação chuvosa, como pode ser verificado na Tabela 33.

A variação dos valores médios de peso seco das folhas, no decorrer do período experimental todo e nos diferentes períodos diários na data de cada experimento, pode ser visualizada na representação gráfica conjunta desses valores (Fig. 21 B). Onde pode-se observar uma acentuada tendência para a queda da curva representativa dos valores médios de peso seco, no decorrer do período experimental, até a data IV (14/2/71) quando é atingido o mínimo (218,24 mg) e, a partir dessa data, uma elevação marcante até a data VII (18/4/71) quando é atingido o máximo (303,95 mg). Aspecto da curva, aliás, semelhante ao padrão apresentado pela curva dos valores médios de área foliar.

Entretanto, a curva dos valores médios de peso seco, nos diversos períodos do dia de cada experimento, mostra uma tendência para a elevação até o 4.º período do dia (11:00 - 12:30 horas), com diminuição significativa no 3.º (9:30 - 11:00 horas), valores máximos nos períodos 2.º (8:00 - 9:30 horas) e 4.º (11:00 - 12:30 horas), e uma sensível diminuição dos valores até o 7.º (15:30 - 17:00 horas), período do dia em que é atingido o mínimo valor médio de peso seco das folhas (234,95 mg).

6.3.3 - Transpiração Total

Os resultados da análise da variância dos dados relativos à transpiração total, revelam um efeito significativo ao nível de 0,1% de probabilidade de (20,11 ***) para os sucessivos períodos do dia e para as diferentes datas em que foram realizados os experimentos (21,32 ***). Constata-se, ainda, um efeito igualmente significativo (6,67 ***) para a interação desses dois elementos da análise, o que é indício da influência dos fatores ambientais sobre a transpiração total dos cafeeiros, durante o dia e a época em que foram estudados.

A variação significativa dos valores médios de transpiração total, nos sucessivos períodos do dia, detectada pelo teste F, é apurada pela aplicação do teste de Duncan como é mostrado na Tabela 53. Observa-se que no 3.º período do dia (9:30 às 11:00 horas) foi obtido o maior valor médio de transpiração total (18,30 mg/dm²/min). Verifica-se também que o 7.º período (15:30 às 17:00 horas), apresenta a média mais baixa de transpiração total (9,46); valor esse que apresenta diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade com o obtido no 1.º período (12,35), e ao nível de 1% de probabilidade com os obtidos nos restantes períodos do dia.

Igualmente, a variação significativa dos valores médios de transpiração total, obtidos nas diversas datas do período experimental, detectada pelo teste F, é apurada pela aplicação do teste de Duncan como é mostrado na Tabela 54. Pode-se observar que na data III (31/1/71) foi obtido o maior valor médio de transpiração total (18,60 mg/dm²/min). Verifica-se, ainda, que a data VII (18/4/71) apresenta a média mais baixa de transpiração total (8,62), valor esse que difere estatisticamente, com todos os outros valores obtidos no decorrer do período experimental. O que indica claramente a influência da variação estacional dos fatores microclimáticos, sobre a intensidade transpiratória do cafeeiro.

Essa influência dos fatores ambientais, é representada pela equação de regressão múltipla apresentada na Sec. 5.3.3, e pelos coeficientes de correlação (Tabela 55), que indicam a estreita interdependência existente entre os fatores microclimáticos, e permitem exprimir sua influência conjunta sobre a transpiração do cafeeiro, sob a forma:

luminosidade temperatura umidade relativa .

A variação dos valores médios de transpiração total, no decorrer do período experimental todo e nos sucessivos períodos diários de cada experimento, é resumida na Tabela 52 e pode ser visualizada na representação gráfica conjunta desses valores (Fig. 2D C).

Observa-se nessa figura que a curva dos valores médios de transpiração total, nos sucessivos períodos do dia de cada experimento, apresenta dois máximos. A partir do 1.º período do dia (7:00 às 8:00 horas), há uma elevação contínua dos valores até o 3.º período (9:30 às 11:00 horas), quando é atingido o máximo maximorum dos valores médios de transpiração total (18,30 mg/dm²/min). Após uma queda dos valores para 16,58 mg/dm²/min, no 4.º período (11:00 às 12:30 horas), uma nova elevação para 17,52 mg/dm²/min é observada no 5.º período (12:30 às 14:00 horas). Depois de atingido esse segundo máximo da curva, a queda dos valores é ostensivelmente pronunciada até atingir o mínimo minimorum dos valores médios de transpiração total (9,46 mg/dm²/min), no 7.º período (15:30 às 17:00 horas) do dia.

A curva dos valores médios de transpiração total, nas diversas datas dos experimentos, também apresenta dois máximos. Uma elevação da curva é observada a partir da data I (23/12/70) até a data III (31/1/71), quando é atingido o primeiro máximo (18,60 mg/dm²/min). Após uma queda dos valores para 13,25 mg/dm²/min, na data IV (14/2/71), uma nova elevação é observada até atingir um segundo máximo (16,74 mg/dm²/min) na data VI (29/3/71). Depois desta data, uma queda acentuada dos valores é observada na data VII (18/4/71),

quando então é atingido o valor mínimo (8,62 mg/dm²/min) de transpiração total obtido em todo o período experimental.

O efeito significativo para a interação períodos do dia e datas dos experimentos, detectada pelo teste F ao nível de 0,1% de probabilidade (6,67 ***) indica que, nas condições do presente trabalho, o padrão de variação diária da transpiração total dos cafeeiros estudados, está claramente influenciado pelas características ambientais na data de cada experimento.

O efeito dessa interação pode ser verificado na Tabela 52. O exame desses dados revela que nos três experimentos conduzidos nos meses de dezembro a janeiro (plena estação chuvosa), os valores médios mais elevados de transpiração total ocorrem durante os períodos da manhã. Nos experimentos posteriores, a partir de fevereiro, esses valores ocorrem sempre durante os períodos da tarde. Verifica-se ainda que, em média, os valores de transpiração total obtidos durante a manhã são superiores ou praticamente iguais, mas nunca inferiores, aos da tarde, em todos os experimentos, com exceção do realizado em abril, quando ocorreu exatamente o contrário. Isto indica um comportamento transpiratório do cafeeiro aparentemente sensível às mudanças estacionais, que poderá ser futuramente investigado.

Verifica-se também nesses dados (Tabela 52), que o padrão de variação diária da transpiração total, obtido em nossas experiências, está caracterizado por uma elevação progressiva dos valores durante a manhã, uma diminuição em horas do meio dia com imediato incremento transitório dos valores, seguido de uma queda progressiva até o fim do andamento diário, quando são obtidos os menores valores médios, mas que são ainda significativos ao nível de 1% de probabilidade (9,46 **) pelo teste de Duncan.

Esse padrão transpiratório diário, tão característico, pode ser atribuído ao fenômeno chamado de fechamento estomático do meio dia, já observado por NUTMAN (1937) em folhas de cafeeiro cultivado ao sol, que foi também

avaliado gravimetricamente em nossos experimentos. Nossas determinações, aliás, acusam durante o 4.^o período do dia (11:00 às 12:30 horas) essa diminuição da intensidade transpiratória, como pode ser verificado na Tabela 52 .

6.3.4 - Déficit de Saturação

Os resultados da análise da variância dos dados relativos ao déficit de saturação (D.S.%) das folhas, revelam um efeito significativo ao nível de 0,1% de probabilidade para os períodos do dia (16,79 ***) e datas dos experimentos (11,07 ***). A interação desses dois elementos da análise, entretanto, revelou-se estatisticamente não significativa (1,51 n.s.)

A variação significativa dos valores médios do D.S.% das folhas, nos sucessivos períodos do dia, detectada pelo teste F , é apurada pela aplicação do teste de Duncan como mostra a Tabela 57. Observa-se que no 4.^o período do dia (11:00 às 12:30 horas) obteve-se o maior valor médio de déficit de saturação foliar (6,11%), obtido quando os valores médios mais altos de transpiração total estão em volta de 17,5 mg/dm²/min, aproximadamente, e as condições microclimáticas são mais favoráveis para uma intensa evaporação. Valor esse, aliás, que não difere estatisticamente dos obtidos nos períodos 3.^o (5,30) e 5.^o (5,81) não significativos, mas que apresenta diferenças estatisticamente significativas ao nível de 1% de probabilidade com os obtidos nos restantes períodos do dia.

Verifica-se também que o 1.^o período (7:00 às 8:00 horas), apresenta a média mais baixa de D.S.% das folhas (2,47). Valor esse que apresenta diferenças estatisticamente significativas ao nível de 1% de probabilidade, com todos os outros períodos diários.

Na Tabela 58 , pode-se observar que na data I (23/12/70) obteve-se o maior valor médio de D.S. das folhas (6,23%). Valor esse que, exceto o da data VII (5,64) não significativo, difere estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade com os obtidos nas datas de todos os outros experimentos.

Verifica-se, ainda, que a data IV (14/2/71) apresenta a média mais baixa de D.S.% das folhas (3,28), coincidindo essa data com a do experimento em que foi obtido o valor médio mais baixo de transpiração total (12,2 mg/dm²/min) de plena estação das chuvas, como pode ser verificado na Tabela 33 .

A variação dos valores médios de D.S.% foliar, no decorrer do período experimental todo e nos diferentes períodos diários na data de cada experimento, pode ser visualizada na representação gráfica conjunta desses valores (Fig. 21 D). Onde pode-se observar, em confronto com a curva representativa dos valores médios de transpiração total nos sucessivos períodos do dia (Fig. 21 C), que a curva de D.S.% acompanha a elevação da curva da transpiração total, nos períodos horários da manhã, e seu descenso durante os períodos da tarde até o 6.º período do dia (14:00 às 15:30 horas), quando então estabiliza-se em torno de um valor de 4,4%, aproximadamente.

A Fig. 21 D, mostra também uma progressiva diminuição dos valores médios de D.S. das folhas, a partir do mais alto (6,23%) na data I (23/12/70), até o mínimo (3,28%) obtido na data IV (14/2/71) de plena estação chuvosa. A partir desse ponto, há uma elevação igualmente progressiva até a data VII (18/4/71), quando é obtido o segundo valor mais alto (5,64%) da curva representativa dos D.S.% foliares obtidos em todo período experimental.

Esses resultados, e a não significância estatística encontrada na interação períodos do dia e datas dos experimentos, indicam que as variações observadas no D.S.% foliar são apenas decorrentes da atividade transpiratória dos cafeeiros não havendo, portanto, interferências de suprimento de água às folhas na época em que os cafeeiros foram estudados.

6.4 - FATORES FISIOLÓGICOS

Como é sabido, a água é absolutamente indispensável nos processos biológicos. Nas plantas a água é perdida em forma líquida (gutação) ou gasosa (transpiração). É através da transpiração que as perdas de água das plantas alcançam o maximum. A reposição da água perdida, pela absorvida do solo, deve deixar um balanço favorável, necessário para o normal funcionamento da planta. Como exprime SINGH (1967): "The maintenance of a favourable balance between water loss and water absorption is essential in the economy of a plant, since growth and development depend upon the existence of an adequate water balance."

O termo balanço hídrico, pois, como é comumente usado pelos fitofisiologistas, está em conexão com a economia de água e os efeitos de sua disponibilidade sobre as respostas das plantas. Essa resposta, afirma KOZLOWSKI (1964) "... is directly controlled by internal water balance, and only indirectly by soil-moisture content. Internal water balance depends on relative rates of transpiration and absorption." Na disponibilidade atual de água para uma planta está envolvida a sua capacidade para absorvê-la da superfície das raízes, sua capacidade de translocá-la para os tecidos e o crescimento das raízes absorventes nas regiões úmidas do solo (loc. cit., pág. 77).

A revisão da literatura, surpreendeu-nos quando constatamos que, em relação ao cafeeiro, foram tão escassas as investigações sobre a transpiração. O estudo desse aspecto principal no conhecimento do balanço hídrico, não deveria ter sido tão descuidado em uma planta cultivada de tanta importância econômica.

Face às considerações anteriores e com o intuito de trazer alguma informação útil, a respeito da resposta fisioecológica do cafeeiro, são oferecidas neste Capítulo as conclusões surgidas dos dados que a seguir se discutem.

6.4.1 - Andamento Diário da Transpiração

Ao analisar as curvas dos andamentos diários da transpiração nas 7 experiências realizadas (Figs. 10 a 16), verificamos um incremento da transpiração a partir das 7 até as 10 horas. Incremento esse que acompanha, quase continuamente, o aumento dos valores da evaporação, durante o mesmo intervalo de tempo, indicando que nesse período do dia as plantas estudadas transpiram livremente.

Entretanto, das 10 às 13 horas, enquanto a curva da evaporação continuou a subir normalmente, a da transpiração, conforme os casos, mostrou aspectos diferentes: queda suave (Figs. 11 e 14), queda acentuada (Figs. 10 e 12), queda seguida de elevação (Figs. 15 e 16), ascensão até o máximo e queda brusca no horário seguinte (Fig. 13).

Observamos que a tendência da curva da transpiração é cair até um mínimo atingido entre as 11:30 e 13:30 horas, período do dia em que as curvas representativas dos fatores ambientais indicavam condições favoráveis para o aumento da transpiração. Isto pode ser interpretado como uma consequência do fechamento estomático em horas do meio dia, fenômeno já observado em folhas de café por NUTMAN (1937), pois as elevadas intensidades luminosas (média de 75 600 a 96 300 lux) naquele período do dia, sob as quais foram realizadas as nossas experiências, parecem confirmar as observações de NUTMAN (1953): "In coffee, moderate intensities of radiation result in stomatal opening and high transpiration; high intensities in stomatal closure and reduced transpiration. There is therefore, a marked midday stomatal closure in coffee with a midday drop in transpiration" (pág. 213). O que foi também confirmado por ALVIM e HAVIS (1954) utilizando soluções infiltrantes das folhas de café, para ilustrar a diminuição da abertura estomática, em horas do meio dia, quando foram registradas intensidades luminosas acima de 8 000 ft-c (\pm 80 000 lux).

Essa queda da curva da transpiração durante a manhã, com fechamento estomático em volta do meio dia, coincide com a elevação da curva de déficit de saturação das folhas nesse período diário. Isto parece indicar que, mesmo nas condições de suficiente água disponível no solo que prevaleceram em todas nossas experiências, o cafeeiro resente-se de um deficiente suprimento hídrico às folhas e restringe sua transpiração, nesta época quente e chuvosa do ano, durante as horas em que os efeitos dos fatores microclimáticos são mais drásticos.

Esse insuficiente suprimento hídrico às folhas, durante a manhã, poderia talvez ser atribuído à baixa temperatura do solo, como consequência da irradiação noturna, em uma época em que a média da amplitude térmica diária esteve em volta de 12,9 °C, e a média das temperaturas mínimas foi de 18,1 °C. (Tabelas 2 a 6).

Embora não tivéssemos feito medidas da temperatura do solo, e sabendo que provavelmente as plantas variam de maneira considerável em sua sensibilidade a este fator ecológico, parece-nos oportuno lembrar que ARNDT (1937) observou plantas de algodão que quase chegavam a murchar quando a temperatura do solo era baixa, especialmente quando a temperatura do ar e a luminosidade eram elevadas e a umidade relativa do ar baixa. Sob essas condições, muito favoráveis para uma transpiração intensa, observou ele murchamento das plantas mesmo quando a temperatura do solo não era menor do que 17 a 20 °C e a umidade do solo era elevada.

A elevação da transpiração no início do andamento diário é apenas aparente. Esta observação é corroborada pelo exame comparativo da curva da transpiração relativa ($T/E \cdot 100$) que, em todos os casos, mostra divergências com a curva da transpiração total durante todo o período da manhã. O que vem revelar, portanto, uma restrição fisiológica impedindo que a transpiração se processe livremente. Restrição essa, talvez decorrente da possível deficiência no suprimento hídrico às folhas, sugerida em parágrafo anterior.

Durante a tarde, após o fenômeno chamado de fechamento estomático do meio dia, constatado no período das 11:30 às 13 horas, observamos na maioria (71,4%) das nossas experiências uma tendência para nova elevação da curva da transpiração que, conforme o caso, atingiu seu máximo entre as 13:30 e 16 horas. Esse segundo máximo da curva da transpiração total, atingido em horas da tarde, foi entretanto sempre inferior àquele obtido durante a manhã.

MAESTRI e VIEIRA (1958) estudaram sob condições naturais o movimento estomático de plantas de café, em Viçosa, MG, concluindo que "durante a época chuvosa, em condições aparentemente favoráveis à maior transpiração, a abertura reduziu-se gradualmente a partir de cerca de 10 horas, atingindo valores relativamente baixos nas últimas horas da tarde." Seus resultados, porém, "não indicam claramente um fechamento parcial dos estômatos nas horas mais quentes ou de maior iluminação, seguido de uma nova reabertura menos intensa que pela manhã nas horas da tarde" (pág. 327), ao contrário do que foi verificado em Tanganica (NUTMAN, 1937); em Campinas, SP (FRANCO, 1938); em Costa Rica (ALVIM e HAVIS, 1954) e pelo autor em Piracicaba, SP.

É de salientar a incompatibilidade de nossos resultados com os obtidos por MAESTRI e VIEIRA (loc. cit.), pois, como no deles, no presente trabalho "as folhas colhidas pertenciam ao terceiro ou quarto par, a contar da extremidade distal, dos ramos plagiotrópicos. Somente folhas sadias eram aproveitadas" (pág. 327) e porque "os presentes dados, por serem médias de folhas colhidas em diversos cafeeiros, se referem ao comportamento da planta, e não de folhas individuais, permanentemente expostas ao sol" (pág. 328). Atribuímos esses resultados contraditórios ao método de avaliação por eles usado (soluções de líquidos infiltrantes) em vista de que, comparado com os "métodos da observação direta (microscópica), da infiltração e da pesagem rápida de folhas. O último é, sem dúvida, o mais sensível e exato" (RACHID, 1947).

A ascensão vespertina da curva da transpiração total, poderia ser interpretada como consequência dos menores déficits de saturação das folhas e do maior grau de abertura dos estômatos, decorrentes do suprimento de água armazenado nas folhas durante o período de restrição fisiológica em horas da manhã, criando condições para o aumento da transpiração. De fato, essa elevação acompanha claramente as curvas representativas dos fatores microclimáticos, que continuam normalmente sua ascensão (temperatura e evaporação) e declínio (umidade relativa e pressão do vapor) até alcançar, respectivamente, o máximo e o mínimo por volta das 14 horas.

Depois desse horário, nos períodos seguintes, a tendência da curva da transpiração total é cair novamente, acompanhando a queda progressiva da luminosidade (Figs. 3 a 9) até o fim do andamento diário e, como era de se esperar, acompanhando também a queda das curvas da temperatura e da evaporação, após as 17 horas, até o fim da tarde.

Essa queda da curva da transpiração, em horas da tarde, ainda com luminosidade elevada e condições de temperatura e evaporação favoráveis para o aumento dos seus valores, pode ser atribuída ao fechamento dos estômatos como consequência da sua foto-sensibilidade, conforme expressa NUTMAN (1937) "the stomata of *C. arabica* are light-sensitive and tend to open in radiation of moderate intensity, and to close when values of about 0,9 gm cal/cm²/min are exceeded: and stomatal movement is very rapid indeed at the temperatures of a coffee plantation." Valor esse, cujo equivalente aproximado de 15 000 lux, ainda era atingido (Tab. 15) ou sempre ultrapassado (Tabelas 16 a 21) no horário das 15:30 e 16 horas e até mesmo 17 horas (Tab. 17). As determinações porométricas de FRANCO (1938), em café, confirmam os resultados de NUTMAN para nossas condições, quando afirma que "em dias de pleno sol, os estôma se fecham por volta do meio dia, conservando-se praticamente fechados para o resto do dia."

Apesar de serem as condições ambientais favoráveis para uma transpiração intensa, uma acentuada restrição fisiológica, porém, se deduz da observação da curva da transpiração total, depois da sua transitória elevação em horas da tarde. Em todos os casos, pudemos constatar uma diminuição dos valores de transpiração total, quando as curvas representativas dos fatores microclimáticos indicavam condições favoráveis para o aumento da transpiração e, também, quando a curva representativa do déficit de saturação das folhas, sempre em declínio, indicava condições não limitantes de suprimento hídrico.

O nível de CO_2 nos espaços intercelulares, afirma KETELLAPER (1963), eleva-se com o aumento da temperatura, provavelmente devido ao incremento da respiração. Nas espécies vegetais que mostram o fechamento do meio dia, a elevação do nível de CO_2 é muito rápida quando a temperatura da folha é elevada acima de $30^{\circ}C$. E, referindo-se aos resultados de HEATH e ORCHARD (1957), acrescenta ainda esse autor "the CO_2 concentration in the air passages of coffee leaves, for example, rises from 0.012 per cent at $30^{\circ}C$ to 0.025 per cent at $35^{\circ}C$."

A discussão anterior, todavia, parece coerente com o fato conhecido de que intensidades luminosas extremamente elevadas tem um efeito inibitório sobre a fotossíntese, fenômeno comumente chamado "solarização" ou "light inactivation" (cf. CURTIS e CLARK, 1950). Segundo MEYER, ANDERSON e BÖHNING (1960), "solarization effects appear to result principally, and probably entirely, from the phenomenon of photo-oxidation, in which leaves consume oxygen in the light, and use it in the oxidation of certain cell constituents, carbon dioxide being released in the process."

Essa segunda restrição fisiológica diária, evidenciada durante a tarde em nossas experiências, poderia ser então explicada pelos experimentos de HEATH e ORCHARD (loc. cit. pág. 180) com o próprio cafeeiro e outras plantas, sobre o efeito da temperatura elevada no ponto de compensação, produzindo um estímulo para a atividade respiratória dos tecidos que causaria o fechamen-

to estomático, pelo aumento da concentração do CO_2 no mesofilo. Como eles mesmos exprimem "that high temperature, above about 25°C , exerted a closing effect upon the stomata of the onion and interpreted this in terms of intercellular space and guard cell carbon dioxide contents." Esse incremento no conteúdo de CO_2 nos espaços intercelulares sugeriu-lhes que "the midday closure of onion stomata, and by implication that of Coffea stomata also, was a high-temperature effect operating via internal carbon dioxide content." Outros dados experimentais, obtidos por HEATH e MEIDNER (1957), vem reforçar essa hipótese.

Há, pois, uma restrição fisiológica da transpiração do cafeeiro em horas da tarde, quando as condições ambientais são ainda favoráveis para uma transpiração intensa. Baseados nas argumentações dos autores antes citados, parece-nos razoável interpretar esse comportamento das plantas estudadas como uma resposta fisioecológica ao fenômeno da solarização, admitindo como causa principal o aumento da concentração do CO_2 no mesofilo, decorrente do efeito da temperatura elevada e da alta luminosidade com subsequente foto-oxidação. Isto aliás, vem explicar a peculiar foto-sensibilidade do cafeeiro, já apontada por NUTMAN (1937), e a divergência das curvas da transpiração total e as da temperatura e evaporação, constatadas geralmente entre as 14 e 17 horas, período do dia em que também a curva da transpiração total acompanha sempre a curva da transpiração relativa, o que demonstra a restrição fisiológica acima mencionada.

O exame das Tabelas 24, 27, 30, 33, 36, 39 e 42, que reúnem os dados do andamento diário da transpiração total (T_t) e estomatar (T_e) obtidos nas diversas experiências, revela que durante os meses de dezembro a fevereiro a T_e , em % da T_t , tem durante a manhã valores maiores do que os da tarde. Essa situação, porém, se inverte no mês de março, sendo ainda mais notável no mês de abril, quando a T_e , durante a tarde, difere em 17,4% a mais do valor da manhã (65,8%). A relação percentual de $T_e : T_t$ achada, esteve em torno de 75,6% durante todo o período experimental.

O exame das Tabelas 25, 28, 31, 34, 37, 40 e 43, que reúnem os dados do andamento diário da transpiração total (T_t) e cuticular (T_c) obti-

dos nas diversas experiências, revela que também durante os meses de dezembro a fevereiro a T_c , em % da T_t e da T_e , tem durante a manhã valores menores do que os da tarde. Situação que se inverte no mês de março (15/3/71) quando a relação percentual de $T_c : T_t$, durante a manhã, difere em 7,2% a mais do valor da tarde (19,1%), e quando a relação percentual de $T_c : T_e$, durante a manhã, difere em 15,5% a mais do valor da tarde (25,3%). A inversão é ainda mais notável no mês de abril, quando as diferenças dos valores achados para as mesmas relações são, respectivamente, algo mais do dobro das anteriores (17,6% e 36,5%). Para todo o período experimental, todavia, a relação percentual de $T_c : T_t$ achada foi ao redor de 24,4% e a de $T_c : T_e$ foi de 35,7%.

Sumariamente, da discussão anterior se deduz que, durante a época úmida e quente das nossas experiências, nos meses de dezembro a fevereiro, a transpiração estomatar é relativamente maior durante a manhã do que à tarde. Entretanto, no período de transição do fim da estação chuvosa e início da seca, nos meses de março e abril, a transpiração estomatar é relativamente menor durante a manhã. O que sugere uma importância crescente da transpiração cuticular em condições de umidade cada vez mais escassa. Os dados obtidos neste trabalho só permitem constatar este fato, porém são insuficientes para sua interpretação. Para isto, seria necessário um período experimental mais extenso abrangendo também a estação seca. Salientamos o seu interesse, por ser sugestivo para pesquisas posteriores que, sem dúvida, poderão esclarecer melhor o especial comportamento estomático do cafeeiro.

De conformidade com KOZLOWSKI (1964) "The rate of cuticular transpiration varies greatly among species from a negligible amount to as much as 50% of the total water loss." Para a maioria das plantas, provavelmente, a transpiração pela cutícula represente menos do que 10% da transpiração total (KRAMER e KOZLOWSKI, 1960). Nas condições semi-áridas do Nordeste brasileiro,

FERRI (1955) estudando a transpiração cuticular de diversas espécies da caatinga, encontrou variações de 5% a 30% da total. No presente trabalho tivemos a oportunidade de constatar variações da transpiração cuticular representando 15,5% (Tabela 31) e 32,8% (Tabela 28) da transpiração total. O nosso valor médio de 23,3% pouco difere do de 25% encontrado em Coffea arabica por MITTMAYER (1931, cit. por KOZLOWSKI, loc. cit., pág. 133). Nossos resultados experimentais estão em desacordo com as afirmações a priori de HUERTA (1962) "La pequeña transpiración cuticular aún no ha sido estudiada en el café pero, como en otras especies, debe ser muy reducida" (pág. 126) pois, como é evidenciado neste trabalho, a transpiração cuticular no cafeeiro pode praticamente representar até 33% da transpiração total.

6.4.2 - Déficit de Saturação das Folhas

Os estômatos tem papel de grande importância na absorção do CO₂ do ar e na evaporação da água, sendo seu movimento regulado pela luz e quantidade de água na planta (ILJIN, 1957). Quando as folhas estão saturadas com água a abertura estomática é proporcional a intensidade luminosa (STÄLFELT, 1955, cit. por ILJIN, loc. cit.). Mas a elevada intensidade luminosa pode ocasionar, em algumas plantas como o cafeeiro, o fechamento dos estômatos, o que já foi observado por NUTMAN (1953).

O movimento estomático, pois, está grandemente influenciado pelo suprimento de água da planta. A forma em que esse fenômeno está relacionado com a hidratura dos tecidos não é nada simples. De fato, é bem conhecido que são diversos os mecanismos nele envolvidos (MEIDNER e MANSFIELD, 1968).

De conformidade com KRAMER (1949) "Stomatal closure is very closely correlated with decreased moisture content of the leaves; the earlier in the day a moisture deficit develops, the earlier the stomates close." A diminuição do conteúdo de água, como resultado de uma excessiva transpiração sobre a absorção, afirmam MEYER, ANDERSON e BÖHNING (1960), acarreta um decréscimo no turgor das células-guarda, o que produz um fechamento gradativo dos estômatos

e, ainda mais "Some of the stomates on a plant probably begin to close even before the time at which the peak of transpiration is attained." Esse ponto de vista, porém, tem sido alvo de considerável controvérsia, conforme as evidências apresentadas por autores diversos, discutidas por CURTIS e CLARK (1950, pág. 222).

O conteúdo de água de uma planta está sujeito às variações diárias. Em geral, a taxa transpiratória aumenta rapidamente durante a manhã, atingindo o máximo nas primeiras horas da tarde; entretanto a taxa de absorção aumenta mais lentamente alcançando o máximo no fim da tarde. Nas condições de campo, naturalmente, as múltiplas interações entre o suprimento de água e os fatores ambientais são inevitáveis, assim "The daily opening response to light in the morning and closure towards evening must be considerably influenced by the inevitable changes in leaf water content..." (MEIDNER e MANSFIELD, loc. cit., pág. 101) e "the mass flux of water, through a stoma is proportional to the difference between the water concentrations at the bottom of the substomatal cavity and in the air far from the leaf" (PARLANE e WAGGONER, 1970).

Devido ao atraso diário da absorção em relação à transpiração, um ciclo diário de variação ocorre no conteúdo de água dos tecidos das plantas que estão transpirando. Nesse ciclo de variação, é geralmente aceito que o déficit de saturação das folhas é um indicador seguro do status real da economia de água da planta (FERRI e LABOURIAU, 1952), sendo que "pequenos déficits de saturação indicam que a planta está se mantendo bem, nas condições em que se encontra" (FERRI, 1953). Esse status hídrico pode também ser expresso, segundo WAISTER e HUDSON (1970), de outras diferentes maneiras: "relative turgidity", "water potential", "solute potential" e "turgor", cada um desses fatores variando diária e estacionalmente.

Nossas determinações de déficit de saturação foram feitas conforme o critério proposto por STOCKER (1929), i.e., em base ao conteúdo máximo de água nas folhas expresso em percentagem (D.S.%) que, em trabalhos mais

recentes (sig. LOMBARD et al., 1965), tem sido denominado "leaf moisture deficit" (L.M.D.%).

Essas nossas determinações, como pode ser observado nas Figs. 10 a 16 e verificado nas Tabelas 23 , 26 , 29 , 32 , 35 , 38 e 41 , indicam que em todos os casos estes déficits foram inferiores a 10%. Mesmo no mês de menor pluviosidade (abril), o déficit de saturação das folhas atingiu valores baixos, sendo de 5,6% a média do andamento diário realizado nesse mês (Tabela 41).

Das 165 determinações realizadas durante todo o período experimental, apenas 1,2% ultrapassaram nas horas mais críticas do dia (11 às 14 horas) o maior valor médio de D.S. (8,3% , Tabela 41), obtido também no mes de abril. Esses dados indicam claramente que, na época em que as plantas foram estudadas, as condições de suprimento de água às folhas não eram severas o bastante para afetar de maneira sensível a transpiração. O que é evidenciado pela média geral de D.S. (4,5%) de todo o período experimental, calculada com os valores médios obtidos em cada andamento diário do déficit de saturação das folhas, e mostrado sumariamente na Tabela 45 . Ademais, observa-se uma distribuição em U (FINNEY, 1962) dos valores de D.S. no decorrer da estação das chuvas, coincidindo os menores D.S. nos meses de maior pluviosidade.

Nosso valor médio de D.S. (8,3%) pouco difere do obtido para outras plantas cultivadas, mediante emprego da mesma metodologia e durante o mesmo período crítico do dia. Assim por exemplo, CAMARGO, BARCHA e CASTRO (1966) obtiveram D.S. em torno de 8,5% para folíolos de Spathodea nilotica, na estação seca. VELARDE (1969) estudando o balanço hídrico de Citrus sinensis cv. Valência sobre três diferentes porta-enxertos, encontrou valores médios de 8,0% na combinação 'Valência' sobre 'Caipira' e 7,8% para C. limonia cv. Cravo, em condições de campo, durante a estação chuvosa. Um valor bem menor (4,9%) obtiveram em Piracicaba REYES-ZUMETA e CAMARGO (1971 b) em folhas de Anacardium occidentale, na estação seca. Entretanto, os mesmos autores (REYES-ZUMETA e CAMAR

GO, 1971a) obtiveram no início da estação das chuvas valores mais elevados para Amaranthus viridis (11,0%) e A. hybridus (13,4%), duas espécies agrófilas que se encontravam vegetando o mesmo local e, aliás, enraizadas no mesmo solo explorado pelas raízes dos cafeeiros estudados no presente trabalho.

Resumindo, os baixos valores de D.S.% obtidos em nossas determinações revelam que, nas condições em que a pesquisa foi conduzida, os cafeeiros estudados não apresentavam dificuldades aparentes de suprimento hídrico às folhas que pudessem afetar sensivelmente a sua intensidade transpiratória.

6.4.3 - Movimento Hidroativo dos Estômatos

O movimento estomático constitui, certamente, exemplo de um dos sistemas biológicos mais intrigantes, porquanto são diversos os mecanismos nele envolvidos. Como afirma ILJIN (1957) "The movement of the stomata depends upon the structure of guard cells and their changes in turgor brought about by enzyme activity." A luz e o déficit hídrico das folhas são os fatores que, mormente, determinam a abertura estomática (KATELLAPER, 1963). Entretanto, a força motora que invariavelmente modifica a abertura estomática é a diferença entre o turgor das células-guarda e as células vizinhas (KOZLOWSKI, 1964).

Sem dúvida, os estômatos acusam sensivelmente o déficit hídrico da folha. Alguns investigadores (e.g., ALVIM, 1956) tem usado a abertura estomática como indicadora do déficit hídrico da planta, no diagnóstico das necessidades de irrigação em culturas de milho, algodão e cana-de-açúcar, mediante o emprego de soluções infiltrantes das folhas. Mas as medidas da abertura estomática, como já foi enfatizado por KRAMER e BRIX (1962, cit. por KOZLOWSKI, loc. cit.), não fornecem uma base quantitativa **segura** na comparação do déficit hídrico de plantas diferentes.

Em virtude da sua complexidade, o sistema de controle da abertura estomática resulta extremamente sensível. Assim, toda vez que a transpiração excede a absorção, o suficiente para causar um decréscimo crítico no turgor das células-guarda, há subsequentemente um fechamento estomático. Esse controle não é nada simples. KATELLAPER (loc. cit.) em sua excelente revisão

sobre a fisiologia estomatar, faz uma análise crítica das diversas teorias que tentam explicar os mecanismos de controle do movimento dos estômatos, assim se referindo sumariamente ao controle estomático: "The regulation, therefore, is achieved by the equilibrium between two antagonistic processes. The passive movements, caused by turgor changes in the epidermal cells when the leaf is close to water saturation, are accompanying phenomena which may at times upset the balance" (pág. 260).

A distinção de dois tipos de movimento estomático ("passivo" e "ativo") é devida a STÄLFELT (1929) indicando, respectivamente, movimento decorrente da alteração do turgor das células vizinhas dos estômatos, e movimento diretamente ocasionado pela alteração do turgor das próprias células-guarda. Para os movimentos de controle estomático exercido através de um déficit hídrico, STÄLFELT (1955) propôs os termos "hidropassivo" e "hidroativo".

Convém esclarecer que é no sentido de uma hidrorreação deficitária nas próprias células-guarda, que usamos a seguir o termo hidroativo, e não no contexto de um processo que necessariamente implique a energia metabólica.

Apenas para avaliar o grau de eficiência dos aparelhos estomáticos dos cafeeiros estudados, procuramos obter informações sobre o movimento hidroativo de fechamento dos estômatos. Pois, de conformidade com COUTINHO (1962) o conhecimento do grau dessa eficiência estomática, no controle da transpiração, é de grande interesse em estudos de balanço hídrico e permite formarmos uma idéia da capacidade que a planta possui ou não, de restringir rapidamente a sua perda de água, caso o suprimento seja insuficiente.

Nossos dados de movimento hidroativo de fechamento estomático foram obtidos em condições equivalentes às de um severo déficit hídrico, ocasionado artificialmente pelo corte repentino do suprimento de água de folhas destacadas e pesadas durante 15 minutos, em intervalos **sucessivos** de um minuto. Os resultados expressos em $\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$, são representados pelos histogramas das Figuras 3 a 9 .

Dois fatos são evidenciados da observação desses gráficos. Um valor quase constante de perda de água, praticamente equivalente à transpiração cuticular (23,3% da total em todo o período experimental), é atingido em um intervalo de tempo não maior do que nove minutos, após o corte do suprimento hídrico às folhas, indicando sua capacidade para um rápido movimento hidroativo de fechamento estomático. Intervalo esse compatível com as observações de RAWITSCHER (1942) em folhas de C. arabica, o que parece indicar certa constância na hidrorreação de seus estômatos. Por outra parte, uma oscilação dos valores absolutos de transpiração é constatada em 27% dos casos, antes ou depois do intervalo de tempo mencionado (9 min).

O fenômeno das oscilações ou "pulsações", relatado por investigadores diversos que, como o autor, tem usado o método gravimétrico para avaliar o movimento de fechamento hidroativo dos estômatos, continua a ser um problema controvertido e ainda não solucionado de forma satisfatória. Alguns autores (e.g., COUTINHO, 1962 ; MEGURO, 1963), tem revisado sumariamente o assunto e salientado a necessidade de um maior número de evidências experimentais para sua devida explicação. Para outros (e.g. , CAMARGO, BARCHA e CASTRO, 1966), esse fato sugere, para o caso de Spathodea nilotica, a interpretação dada por DARWIN sobre a abertura temporária dos estômatos nas folhas destacadas, já discutida neste Capítulo (Sec. 6.1).

Mais recentemente, FERRI (1971) resumindo as informações obtidas sobre a transpiração de diversas Mirtáceas cultivadas, assim se expressa a respeito da constatação do fenômeno: "Até hoje não foi encontrada explicação para tais oscilações que nos satisfaça totalmente. Se, em parte, elas podem ser produto de erro, não pode ser negligenciado o fato de que se observam sempre com relação a certas espécies e não a outras." E, referindo-se a algumas experiências ainda inéditas, acrescenta "... variações de permeabilidade das paredes celulares, e provavelmente também das membranas citoplasmáticas, podem ter relação com o fenômeno."

Nas condições em que a presente investigação foi conduzida, a análise dos resultados obtidos permite-nos sintetizar algumas conclusões. A marcha diária da transpiração de cafeeiros cultivados ao sol, na época quente e úmida em que o cultivar 'Mundo Novo' foi estudado, apresenta:

- i) Respostas fisiocológicas de acentuada rapidez em suas reações fotoativas e hidroativas sendo que, durante a estação das chuvas, os fatores ambientais analisados parecem influenciar a transpiração na seguinte ordem:

luminosidade > temperatura > umidade relativa do ar

Naturalmente, esses fatores, e os outros componentes microclimáticos, não agem de maneira isolada e sim na base de uma estreita interdependência.

- ii) Um definido comportamento de restrição fisiológica, com dois fechamentos estomáticos diários. O primeiro, chamado fechamento estomático do meio dia, ocorre nas horas de maior intensidade luminosa do dia, no período da manhã. O segundo, ocorre nas horas da tarde, ainda com elevada luminosidade. A taxa transpiratória durante a manhã é maior do que a do período da tarde.
- iii) Uma curiosa inversão do comportamento transpiratório diário, na transição da estação chuvosa para a seca. Na estação chuvosa, a transpiração estomatar é relativamente maior no período da manhã do que no da tarde, ao passo que no início da seca ela é relativamente menor no período da manhã. Esta situação é exatamente inversa no caso da transpiração cuticular: na estação chuvosa ela é relativamente menor durante a manhã do que à tarde, sendo que, no início da seca, passa a ser relativamente maior no período da manhã.

Nossos dados só permitem consignar este fato, pois não são suficientes para sua interpretação. Para isso, acreditamos, seria necessário um período experimental mais extenso, abrangendo também a estação da seca.

- iv) Restrições fisiológicas causadas, provavelmente, pela concentração excessiva de CO_2 no mesofilo, como consequência da ação concomitante da solarização e da alta temperatura.

Esta conclusão sugere que a manifesta foto-sensibilidade do cafeeiro, apontada por NUTMAN (1937), possa ser igualmente explicada pelo conteúdo excessivo de CO_2 nos tecidos foliares.

*

7 - RESUMO

O presente trabalho foi realizado em uma parcela experimental da Seção de Agricultura, Departamento de Agricultura e Horticultura da E. S. A. "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP., de 23 de dezembro de 1970 a 18 de abril de 1971. Procurou-se acompanhar a transpiração dos cafeeiros durante a estação chuvosa, em intervalos aproximadamente quinzenais, no período das 7 às 18 horas.

Foram objetivos imediatos da pesquisa (a) observar a influência dos fatores ambientais sobre a transpiração do cafeeiro, em condições de cultura sob exposição solar plena, (b) estudar o comportamento transpiratório do cafeeiro, cultivado ao sol, no decorrer de uma estação de chuvas.

A investigação foi conduzida em três pés de café (Coffea arabica L. cv. Mundo Novo), escolhidos da linha de contorno do cafezal, procurando obter informações sobre o andamento diário da transpiração total, estomatar e cuticular; déficit de saturação foliar; movimento hidroativo dos estômatos e transpiração relativa.

Os valores de transpiração e movimento hidroativo dos estômatos, obtidos gravimetricamente, foram determinados in loco pelo método das pesagens rápidas de folhas destacadas, com auxílio de balança de torção ("torsionswaage Jung", Heidelberg, Alemanha). Para as determinações da transpiração cuticular, sendo as folhas hipostomáticas, empregou-se o método clássico de vaselinar a epiderme abaxial. Os déficits de saturação foliar (D.S.%) determinaram-se pelo índice de Stocker. A transpiração relativa foi calculada relacionando percentualmente os valores de transpiração total (T) e poder evaporante do ar (E), em unidades absolutas comparáveis

($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$), pela fórmula $T/E \times 100$. A evaporação foi medida com evaporímetro de Piche (R. Fuess, Berlin), de uso meteorológico.

Como complemento das determinações do andamento diário dos fatores fisiológicos efetuaram-se, concomitantemente, as de umidade do solo em percentagem do peso seco e dos fatores microclimáticos: temperatura à sombra, umidade relativa do ar, pressão do vapor, evaporação, luminosidade, direção e velocidade do vento. Apresentam-se as curvas comparativas dos valores relativos ao andamento diário simultâneo desses fatores fisiológicos.

Os dados obtidos de área, peso seco, transpiração total e déficit de saturação das folhas foram processados estatisticamente. Considerando como parcelas os três cafeeiros escolhidos, adotou-se, para cada um desses fatores investigados, um esquema em parcelas subdivididas de análise da variância. Como cada cafeeiro teve seu andamento diário da transpiração estudado em sete datas diferentes da estação das chuvas, considerou-se cada data como um experimento e cada planta como uma repetição. As médias das três determinações, feitas em cada um dos sete períodos do andamento diário, foram consideradas como subparcelas. Cada cafeeiro, portanto, esteve representado por 49 dados, para cada caráter analisado. A significância estatística dos valores médios nos diversos experimentos e períodos do dia, detectada pelo teste F, foi apurada pela aplicação do teste de Duncan. O coeficiente de variação esteve dentro dos limites admissíveis em experimentos biológicos, demonstrando uma razoável precisão do método de medida da transpiração em condições de campo, quando empregado com as cautelas adotadas no presente trabalho.

Foi feito ademais um estudo de regressão, para investigar a provável relação entre a transpiração total e os fatores microclimáticos. Admitindo uma interdependência entre os fatores ambientais: intensidade luminosa (X_1 , em lux $\cdot 10^3$), temperatura (X_2 , em $^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar (X_3 , em %), estudou-se também uma regressão múltipla. Considerando a transpiração total como variável dependente (Y) e como independentes (X) os fatores microclimáticos mencionados, foi possível calcular uma equação da forma:

$$\hat{Y} = 72,7516 + 0,1198 X_1 - 1,4166 X_2 - 0,4365 X_3$$

Os resultados da presente investigação permitem concluir que o cafeeiro (C. arabica L. cv. Mundo Novo), cultivado ao sol, nas condições de Piracicaba, SP., apresenta:

- a) Respostas fisiocológicas de acentuada rapidez em suas reações foto e hidroativas sendo que, durante a estação chuvosa, os fatores microclimáticos analisados parecem influenciar a intensidade transpiratória na seguinte ordem:

luminosidade > temperatura > umidade relativa do ar

- b) Um bem definido comportamento de restrição fisiológica, com dois fechamentos estomáticos diários. O primeiro, em horas do meio dia. O segundo durante a tarde, ainda com luminosidade intensa. A taxa transpiratória durante a manhã é maior do que a da tarde.

Tais restrições fisiológicas provavelmente são causadas pela concentração excessiva de CO_2 no mesofilo, como consequência da ação simultânea da solarização e da alta temperatura ambiente.

- c) Inversão do comportamento transpiratório diário, na transição da estação chuvosa para a seca. Na estação das chuvas, a transpiração estomatar é relativamente maior no período da manhã do que no da tarde. No início da seca, ela é relativamente menor durante a manhã. Esta situação é exatamente inversa no caso da transpiração cuticular.

8 - SUMMARY

TRANSPIRATION OF THE COFFEE TREE (Coffea arabica L. cv. MUNDO NOVO)
CULTIVATED IN FULL SUN-LIGHT IN THE RAINY SEASON

Thesis for the Magister Scientiae degree

University of São Paulo

Piracicaba, Brazil

*

In spite of the world-widely importance of coffee growing is remarkable the shortage of data on transpiration of coffee tree. This research was planned to claim attention for that important physiological aspect because, obviously, the health and yield of coffee crop is related to the flow of nutrients as affected by transpiration rate.

The main subject of this research was looking for the influence of environmental factors on transpiration of Coffea arabica L. cv. Mundo Novo, cultivated in full sun-light, and the transpiration behavior in the rainy season.

The site of this study was an experimental coffee plantation at the Agriculture Division, Department of Agriculture and Horticulture of the Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", University of São Paulo, Piracicaba (Brazil). Experiments were carried out from December 23, to April 18, in the rainy season 1970/71. Data were taken of three coffee trees 16-year-old spacing 3 by 2 metres in the border line of the experimental plot.

Measurements of transpiration were made in loco by the rapid weighing method of cut leaves in a torsion balance (torsionswaage Jung, Heidelberg). From 7 A. M. to 6 P. M. of each day 21 leaves (3 for each 1 1/2 hour interval) from the east quadrant of each tree, constituted the sample for the leaf moisture deficit determination. The leaf moisture deficit (LMD) was calculated by the Stocker's formula:

$$\text{LMD (per cent)} = \frac{\text{saturated weight} - \text{field weight} \times 100}{\text{saturated weight} - \text{dry weight}}$$

Furthermore, the author investigated the hydroactive movements of the stomata, and the relative and cuticular transpiration. Simultaneously with the measurements of physiological factors, data were collected on the percentage-moisture content of the soil (dry to constant weight in an oven at 105 or 110°C), the daily march of temperature, evaporation, relative humidity, vapor pressure, luminosity, velocity and wind tendency. Comparative curves of this physioecological data were made.

The statistical analysis of variance was carried out by a split-plot design. In each experiment coffee trees were considered main plots and the means of three determinations, on each interval of the daily march of transpiration, were considered sub-plots. For the comparison of the means the Duncan test was used.

Moreover, the truth probably association of total transpiration and microclimatic factors was investigated by a regression analysis. Assuming an interdependence between environmental factors - light intensity (X_1 , lux $\cdot 10^3$), temperature (X_2 , °C), and relative humidity (X_3 , %) - the use of multiple regression analysis confines the determined relationships to dependent (Y , total transpiration as mg/dm²/min) and independent variables (X , environmental factors mentioned). A multiple regression equation could be estimated as:

$$\hat{Y} = 72.7516 + 0.1198 X_1 - 1.4166 X_2 - 0.4365 X_3$$

The results of this research let point out that the coffee trees cultivated in full sun-light in Piracicaba conditions exhibit:

- a) Physiological responses of pronounced quickness in photo- and hydroactive reactions. During the rainy season environmental factors seems to affect transpiration rates as follows:

luminosity > temperature > relative humidity

- b) Unequivocal transpirational restriction with two daily stomatal closures. The first one in the midday hours, and the other in the early afternoon still with high luminosity. However, the transpiration rate during the morning exceeded the afternoon transpiration rate.

Such physiological restrictions are probably caused by the high CO₂ concentration in the mesophyll, resulting of the concomitant action of solarization effects and of the high environmental temperature.

- c) Inversion of the total transpirational behavior on the transition period of rainy to dry season. In the rainy season stomatal transpiration is relatively higher during the morning than the afternoon. In the start of dry season it is relatively smaller in the afternoon. However, the behavior of the coffee trees in relation to cuticular transpiration, is exactly the inverse.

9 - LITERATURA CITADA

- ALMEIDA, S. B. M. & ARENS, K. (1970). Efeitos da manipulação mecânica de fôlhas sôbre o movimento estomático. Resumos XXII Reun. An. Soc. Brasil. Progr. Ciênc., Secc. M (M-8): 270.
- ALVIM, P. de T. (1946). A influência do umidecimento das fôlhas sôbre a abertura dos estômatos. Ceres (Viçosa), 7 (39): 141-152.
- ALVIM, P. de T. (1949). Studies on the mechanism of the stomatal behavior. Amer. J. Bot., 36 (10): 781-791.
- ALVIM, P. de T. (1953). Algunos estudios sobre la fisiología del cafeto. Suelo Tico, 7 (29): 58-62.
- ALVIM, P. de T. (1956). La posibilidad de reconocer la necesidad de riego en maíz, algodón y caña de azúcar por medición de la abertura de los estomas. Agronomía (Lima-Perú), 23 (87/88): 7-17-
- ALVIM, P. de T. & HAVIS, J. R. (1954). An improved infiltration series for studying stomatal opening as illustrated with coffee. Plant Physiol., 29 (1): 97-98.
- ANDRADE, M. A. B. (1967). Contribuição ao conhecimento da ecologia das plantas das dunas do litoral do Estado de São Paulo. Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr. Univ. S. Paulo, 305 (Bot. 22): 3-170.
- ANDRADE, M. A. B., RACHID-EDWARDS, M. & FERRI, M. G. (1957). Informações sôbre a transpiração de duas gramíneas frequentes no cerrado. Rev. Brasil. Biol., 17 (3): 317-324.
- ARENS, T. (1970). O efeito da uréia sôbre a transpiração das fôlhas do cafeeiro. Resumos XXII Reun. An. Soc. Brasil. Progr. Ciênc., Secc. M (M-7): 269.
- ARNDT, C. H. (1929a). Configuration and some effects of light and gravity on Coffea arabica L. Amer. J. Bot., 16 (3): 173-178.
- ARNDT, C. H. (1929b). The movement of sap in C. arabica L. Amer. J. Bot., 16 (3): 179-190.
- ARNDT, C. H. (1937). Water absorption in the cotton plant as affected by soil and water temperatures. Plant Physiol., 12 (3): 703-720.
- BACKES, A. (1971). Contribuição ao estudo da anatomia foliar e da fisiologia de Psidium multiflorum Camb. Ciênc. Cult., 23 (3): 297-303.
- BEHAR, L. (1971). Dados sôbre transpiração e anatomia foliar de Eugenia uniflora L. Ciênc. Cult., 23 (3): 273-284.

- BLANCO, H. G. & GODOY, H. (1967). Cartas das chuvas do Estado de São Paulo. Secr. Agric. Est. S. Paulo, Inst. Agron., Secc. Clim. Agríc. Campiñas. 35 pp.
- BOYER, J. (1965). Comportement hydrique des deux grands groupes de Coffea canephora de Côte d'Ivoire. Café, Cacao, Thé, 9 (4): 263-282.
- BRIEGER, F. G. (1946). Limites unilaterais e bilaterais na análise estatística. Bragantia, 6 (10): 479-545.
- BRITTAİN, E. G. & NAGARAJAH, S. (1971). Iwanoff effect in leaves of cotton (Gossypium hirsutum). Physiol. Plant., 25 (3): 441-447.
- CALZADA, J. (1964). Métodos Estadísticos para la Investigación. Sesator, Lima-Perú. 494 pp.
- CAMARGO, P. N., BARCHA, S. F. & CASTRO, O. F. (1966). Balanço hídrico de Spathodea nilotica Seem. An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" Univ. S. Paulo, 23: 278-293.
- CARVALHO, A. (1957). Sistemática do gênero Coffea e descrição das variedades econômicas de C. arabica. In I Curso de Cafeicultura: 17-35. Inst. Agron. Est. S. Paulo, 3a. ed. Tipografia Brasil, Rothschild Loureiro & Cia. Ltda., Campinas. 481 pp.
- CARVALHO, A. (1967). Espécies e variedades. In Manual do Cafeicultor (Coord. E. A. Graner e C. Godoy Júnior): 17-39. Edições Melhoramentos, São Paulo. 320 pp.
- CERONI, Z. S. V. (1962). Média anual de transpiração no Eucalyptus rostrata e suas relações com o medio através do método "cut-leaf". Iheringia (Bot. 10): 1-28.
- CORSO, G. M. (1964). Estudo sobre a transpiração em diferentes espécies de Eucalyptus, sob influência de fornecimento de água ao solo. Ciênc. Cult., 16 (2): 152. (Resumos VI Reun. An. Soc. Brasil. Progr. Ciênc., Secc. M /M-3).
- COUTINHO, L. M. (1962). Contribuição ao conhecimento da ecologia da mata pluvial tropical. Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr. Univ. S. Paulo, 257 (Bot. 18): 1-219.
- COUTINHO, L. M. & FERRI, M. G. (1956). Transpiração de plantas permanentes do cerrado na estação das chuvas. Rev. Brasil. Biol., 16 (4): 501-518.
- COUTINHO, L. M. & FERRI, M. G. (1960). Transpiração e comportamento estomático de plantas permanentes do cerrado em Campo do Mourão (Est. do Paraná). Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr. Univ. S. Paulo, 247 (Bot. 17): 119-130.

- CROCOMO, O. J., NEPTUNE, A. M. L. & REYES-ZUMETA, H. (1965). Absorción de Iones por las Plantas. Univ. del Zulia, Fac. Agron., Editorial Universitaria, Maracaibo. 188 pp.
- CURTIS, O. F. & CLARK, D. G. (1950). An Introduction to Plant Physiology. McGraw-Hill Book Company, Inc. (McGraw-Hill Publications in the Botanical Sciences), New York. 752 pp.
- DARWIN, F. (1898). Observations on stomata. Phil. Trans. Roy. Soc. Bot., 190: 531-621. Apud Franco, C. M. & Inforzato, R., 1950.
- DAUBENMIRE, R. F. (1947). Plants and Environment. A Textbook of Plant Autoecology. John Wiley & Sons, Inc., New York. 424 pp.
- DEDECCA, D. M. (1957). Anatomia e desenvolvimento ontogenético de Coffea arabica L. var. typica Cramer. Bragantia, 16 (23): 315-366.
- DE MARINIS, G. & MACIEL, H. E. T. (1966). Balanço hídrico de plantas novas de Pterogyne nitens Tul., em diferentes condições de umidade do solo. Ciênc. Cult., 18 (2): 239.
- DE MARINIS, G. & MACIEL, H. E. T. (1967). Transpiração de Pterogyne nitens Tul., nas condições de São José do Rio Preto (SP) na estação sêca. Rev. Agric. (Piracicaba), 42 (2): 47-58.
- DE MARINIS, G. & MACIEL, H. E. T. (1968). Ecologia de Copaifera langsdorffii Desf. I. Proteção cuticular e estomatar contra a perda de água. Rev. Agric. (Piracicaba), 43 (2): 55-61.
- DE MARINIS, G. & MACIEL, H. E. T. (1969). Ecologia de Copaifera langsdorffii Desf. II. Transpiração de fôlhas ensolaradas e sombreadas na época chuvosa. Rev. Agric. (Piracicaba), 44 (1): 19-25.
- FERRAZ, J. S. (1914). Instruções Meteorológicas. II. Min. Agric. Ind. Comer. Brasil. L'Édition d'Art Gaudio, Paris. 157 pp.
- FERRI, M. G. (1944). Transpiração de plantas permanentes dos "cerrados". Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr. Univ. S. Paulo, 41 (Bot. 4): 161-224.
- FERRI, M. G. (1953). Water balance of plants from the "caatinga". Further information on transpiration and stomatal behavior. Rev. Brasil. Biol., 13 (3): 237-244.
- FERRI, M. G. (1955). Contribuição ao conhecimento da ecologia do cerrado e da caatinga. Estudo comparativo da economia d'água de sua vegetação. Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr. Univ. S. Paulo, 195 (Bot.12): 1-170.
- FERRI, M. G. (1959). Contribuição ao conhecimento da ecologia da caatinga do Rio Negro (Amazonas). Economia d'água. Ciênc. Cult., 11 (3): 141.

- FERRI, M. G. (1960). Contribution to the knowlodge of the ecology of the "Rio Negro Caatinga" (Amazon). Bull. Res. Counc. Israel, 8D (3/4): 195-208.
- FERRI, M. G. (1971). Informações sôbre transpiração e anatomia foliar de diversas Mirtáceas. Ciênc. Cult., 23 (3): 313-316.
- FERRI, M. G. & 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.
- FERRI, M. G. & COUTINHO, L. M. (1958). Contribuição ao conhecimento do cerrado. Estudo comparativo da economia d'água de sua vegetação em Emas (Est. de São Paulo), Campo Grande (Est. de Mato Grosso) e Goiânia (Est. de Goiás). Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr. Univ. S. Paulo, 224 (Bot. 15): 103-150.
- FERRI, M. G. & LAMBERTI, A. (1960). Informações sôbre a economia d'água de plantas de um tabuleiro no Município de Goiânia (Pernambuco). Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr. Univ. S. Paulo, 247 (Bot. 17): 133-145.
- FINNEY, D. J. (1962). An Introduction to Statistical Science in Agriculture. Oliver and Boyd Ltd.-Munksgaard, Copenhagen, Denmark. 216 pp.
- FRANCO, C. M. (1938). Sôbre a fisiologia dos estômas do cafeeiro (Coffea arabica L.). An. I Reun. Sul-Amer. Bot., 3: 293-102.
- FRANCO, C. M. (1947). Pesquisas sôbre a fisiologia do cafeeiro. Bol. Agric. Secr. Agric. Est. S. Paulo (Nº único): 335-348.
- FRANCO, C. M. (1948). O problema do sombreamento dos cafêzais em São Paulo. Ceres (Viçosa), 8 (43): 37-51.
- FRANCO, C. M. & INFORZATO, R. (1946). O sistema radicular do cafeeiro nos principais tipos de solos do Estado de São Paulo. Bragantia, 6 (9): 443-478.
- FRANCO, C. M. & INFORZATO, R. (1950). Quantidade de água transpirada pelo cafeeiro cultivado ao sol. Bragantia, 10 (9): 247-257.
- FRANCO, C. M. & INFORZATO, R. (1951). Quantidade de água transpirada pelo cafeeiro sombreado e pelo ingãzeiro. Bragantia, 11 (4/6): 121-125.
- FRANCO, C. M. & INFORZATO, R. (1967). Transpiração de Eucalyptus saligna Sm. em condições de cultura. ΦΥΤΟΝ, 24 (1): 35-41.

- FRANCO, C. M. & MAGALHÃES, A. C. (1962). Techniques for the measurement of transpiration of individual plants. In UNESCO: Colloque International sur la Méthodologie de l'Éco-Physiologie Végétale, Montpellier, France: 211-224.
- FRANCO, C. M. & MAGALHÃES, A. C. (1963). Inconveniências do método das pesagens rápidas para a medida da transpiração. ΦΥΤΟΝ, 20 (2): 87-96.
- GINDEL, I. (1962). Comportamiento de la planta de café en condiciones semiáridas. Café (Turrialba), 4 (14): 61-79.
- GLOVER, J. (1941). A method for the continuous measurement of transpiration of single leaves under natural conditions. Ann. Bot., 5 (17): 25-34.
- GRILLO, M. (1971). Consumo de agua por las plantas. Acta Agron. (Palmira), 21 (2): 87-91.
- GRISI, B. M. (1971). Estudo comparativo do balanço hídrico de Ouratea spectabilis (Mart.) Engl. em diferentes condições ecológicas. Memór. Mestr., Univ. S. Paulo Inst. Biociênc. 82 pp. (Mimeografado).
- HALES, S. (1727). Vegetable Staticks. W. and J. Innys and T. Woodward, London. Apud Kramer, P. J., 1949.
- HANDRO, W. (1969). Contribuição ao estudo da unidade de dispersão e da plântula de Andira humilis Mart. ex Benth. (Leguminosae-Lotoideae). Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr. Univ.S.Paulo, 349 (Bot. 27): 1-189.
- HEATH, O. V. S. & MEIDNER, H. (1957). Effects of carbon dioxide and temperature on stomata of Allium cepa L. Nature (Lond.), 180 (4578): 181-182.
- HEATH, O. V. S. & ORCHARD, B. (1957). Midday closure of stomata. Temperature effects on the minimum intercellular space carbon dioxide concentration Γ . Nature (Lond.), 180 (4578): 180-181.
- HOFSTRA, G. & HESKETH, J. D. (1969). The effect of temperature on stomatal aperture in different species. Can. J. Bot., 47 (8): 1307-1310.
- HUBER, B. (1927). Zur Methodik der Transpirationsbestimmung am Standort. Ber. dtsch. bot. Ges., 45: 611-618. Apud Franco, C. M. & Magalhães, A. C., 1962, 1963.
- HUERTA, A. (1962). Intensidad de transpiración en el café en condiciones de exposición solar y de penumbra natural. Cenicafé, 13 (3): 125-138.

- HUMBLE, G. D. & HSIAO, T. C. (1970). Light-dependent influx and efflux of potassium of guard cells during stomatal opening and closing. *Plant Physiol.*, 46 (3): 483-487.
- HUMBLE, G. D. & RASCHKE, K. (1971). Stomatal opening quantitatively related to potassium transport. Evidence from electron probe analysis. *Plant Physiol.*, 48 (4): 447-453.
- ILJIN, W. S. (1957). Drought resistance in plants and physiological processes. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 8: 257-274.
- JARVIS, P. G. & SLATYER, R. O. (1970). The role of the mesophyll cell wall in leaf transpiration. *Planta (Berl.)*, 90 (4): 303-322.
- KETELLAPER, H. J. (1963). Stomatal physiology. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 14: 249-268.
- KOZLOWSKI, T. T. (1964). *Water Metabolism in Plants*. Harper & Row, Publishers (Harper & Row Biological Monographs), New York. 227 pp.
- KRAMER, P. J. (1949). *Plant and Soil Water Relationships*. McGraw-Hill Book Company, Inc. (McGraw-Hill Publications in the Botanical Sciences), New York. 347 pp.
- KRAMER, P. J. (1959). Transpiration and the water economy of plants. *In Plant Physiology* (F. C. Steward, ed.), 2: 607-726. Academic Press, Inc. New York.
- KRAMER, P. J. & KOZLOWSKI, T. T. (1960). *Physiology of Trees*. McGraw-Hill Book Company, Inc. (McGraw-Hill Publications in the Botanical Sciences), New York. 642 pp.
- KRAMER, P. J. & BRIX, H. (1962). *Int. Symp. Methodology of Plant Ecophysiol.*, Montpellier, France. *Apud* Kozlowski, T. T., 1964.
- KRUG, C. A. & DE POERCK, R. A. (1968). *World coffee survey*. FAO Agricultural Studies nº 76, Roma. 476 pp.
- LABOURIAU, L. G., OLIVEIRA, J. G. B. & SALGADO-LABOURIAU, M. L. (1961). Transpiração de Schizolobium parahyba (Vell.) Toledo. I. Comportamento na estação chuvosa, nas condições de Caeté, Minas Gerais, Brasil. *An. Acad. Brasil. Ciênc.*, 33 (2): 237-258.
- LABOURIAU, L. G., OLIVEIRA, J. G. B. & ZAUZA, G. V. (1961). Transpiração de algumas plantas da caatinga aclimatadas no Jardim Botânico do Rio de Janeiro. II. Comportamento de Capparis yco Mart. *An. Acad. Brasil. Ciênc.*, 33 (3/4): 375-385.
- LABOURIAU, L. G., FELIPPE, G. M. & VÁLIO, I. F. M. (1962). Transpiração de Schizolobium parahyba (Vell.) Toledo. II. Comportamento na estação seca, nas condições de Caeté, Minas Gerais, Brasil. *An. Acad. Brasil. Ciênc.*, 34 (4): 497-526.

- LAMBERTI, A. (1969). Contribuição ao conhecimento da ecologia das plantas do manguezal de Itanhaém. Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr. Univ. S. Paulo, 317 (Bot. 23): 1-217.
- LANGE, O. L., LOSCH, R., SCHULZE, E-D. & KAPPEN, L. (1971). Responses of stomata to changes in humidity. *Planta* (Berl.), 100 (1): 76-86.
- LEMÉE, G. & BOYER, J. (1960). Influence de l'humidité du sol sur l'economie d'eau et la croissance de caféiers du groupe Canephora cultivés en Côte d'Ivoire. *Café, Cacao, Thé*, 4 (2): 55-63.
- LOMBARD, P. B., STOLZY, L. H., GARBER, M. J. & SZUSZKIEWICZ, T. E. (1965). Effects of climatic factors on fruit volume increase and leaf water deficit of citrus in relation to soil suction. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 29 (2): 205-208.
- LUCAS, N. M. C. (1971). Contribuição ao estudo da anatomia e fisiologia de Jambosa vulgaris Mill. *Ciênc. Cult.*, 23 (3): 305-311.
- MACIEL, H. E. T. (1970). Contribuição para o conhecimento do balanço hídrico de plantas agrófilas. Tese Dr. Ciênc. Fac. Fil. Ciênc. Letr. S. José do Rio Preto. 163 pp. (Mimeografado).
- MACIEL, H. E. T. (1971a). Balanço hídrico de Gallezia gorazema Moq. na estação seca em São José do Rio Preto. *Ciênc. Cult.*, 23 (Supl.): 260.
- MACIEL, H. E. T. (1971b). Balanço hídrico de Pterogyne nitens Tul., nas condições de São José do Rio Preto (SP), na estação chuvosa. *Ciênc. Cult.*, 23 (Supl.): 260.
- MACIEL, H. E. T., DE MARINIS, G. & CAMARGO, P. N. (1969). Balanço hídrico de Guarea trichilioides L., na estação seca, em São José do Rio Preto. *An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" Univ. S. Paulo*, 26: 209-219.
- MACIEL, H. E. T., CORDEIRO, L., RACHI, N. & CHIGACHIHARAGUTI, A. N. U. (1971). Balanço hídrico de Piper aduncum aclimatada no jardim da FFCL de S. José do Rio Preto. *Ciênc. Cult. (Supl.)*, 23: 259.
- MAESTRI, M. & VIEIRA, C. (1958). Movimento de estômatos em café, sob condições naturais. *Ceres (Viçosa)*, 10 (59): 324-331.
- MATOS, M. E. R., FERREIRA, A. G., CHACUR, F., GUSMAN, A. B. & MARQUES, M. (1968). Estudo comparativo do balanço d'água de Hymenaea stilbocarpa Hayne, em condições de mata e de cerrado. *Arq. Bot. Est. S. Paulo*, 4 (3): 111-123.
- MATOS, M. E. R., FERREIRA, A. G., GUSMAN, A. B., CHACUR, F. & MARQUES, M. (1968). Sobre o balanço d'água de Solanum lycocarpum St. Hil., nas condições de cerrado. *Arq. Bot. Est. S. Paulo*, 4 (3): 125-135.

- MEGURO, M. (1963). Economia d'água de cana-de-açúcar. Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr. Univ. S. Paulo, 267 (Bot. 19): 5-500.
- MEGURO, M. & FERRI, M. G. (1956). Economia d'água de cana-de-açúcar. An. Acad. Brasil. Ciênc., 28 (4): 523-543.
- MEIDNER, H. & MANSFIELD, T. A. (1968). Physiology of Stomata. McGraw-Hill Book Company (European Plant Biology Series), New York. 179 pp.
- MELLO, H. A. (1960). Contribuição ao estudo do consumo de água por Eucalyptus alba Reinw., Piptadenia rigida Benth. e Astronium urundeuva (Fr. Allem.) Engl. Tese Conc. Cát., Univ. S. Paulo Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", Piracicaba. 86 pp. (Mimeografado).
- MEYER, B. S., ANDERSON, D. B. & BOHNING, R. H. (1960). Introduction to Plant Physiology. D. Van Nostrand Company, Inc. Princenton, New Jersey. 541 pp.
- MILLER, E. C. (1938). Plant Physiology. With Reference to the Green Plant. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York. 1201 pp.
- MITTMEYER, G. (1931). Jahrb. wiss. Bot., 74: 364. Apud Kozlowski, T. T., 1964.
- MORELLO, J. (1953). Transpiración y balance de agua de la bananera en las condiciones de la ciudad de São Paulo. Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr. Univ. S. Paulo, 156 (Bot. 10): 27-97.
- MOURA, C. A. F. (1971). Contribuição ao conhecimento da anatomia foliar e da fisiologia da jabuticaba (Myrciaria cauliflora Berg.). Ciênc. Cult. 23 (3): 363-372.
- NUNES, M. A., BIERHUIZEN, J. F. & PLOEGMAN, C. (1969). Studies on productivity of coffee. I. Effect of light, temperature and CO₂ concentration on photosynthesis of Coffea arabica. Acta Bot. Neerl., 17 (2): 93-102.
- NUTMAN, F. J. (1937). Studies of the physiology of Coffea arabica. II. Stomatal movements in relation to photosynthesis under natural conditions. Ann. Bot., 1 (4): 681-693.
- NUTMAN, F. J. (1941). Studies of the physiology of Coffea arabica. III. Transpiration rates of whole trees in relation to natural environmental conditions. Ann. Bot., 5 (17): 59-81.
- NUTMAN, F. J. (1953). Note on the relationship between climatic factors and transpiration and assimilation of Eugenia aromatica. Ann. Bot., 17 (68): 611-614.

- OLIVEIRA, J. G. B. & LABOURIAU, L. G. (1961a). Transpiração de algumas plantas da caatinga aclimatadas no Jardim Botânico do Rio de Janeiro. I. Comportamento de Caesalpinia pyramidalis Tul., de Zizyphus joazeiro Mart., de Jatropha phyllacantha Muell. Arg. e de Spondias tuberosa Arruda. An Acad. Brasil. Ciênc., 33 (3/4): 351-373.
- OLIVEIRA, J. G. B. & LABOURIAU, L. G. (1961b). Transpiração de algumas plantas da caatinga aclimatadas no Jardim Botânico do Rio de Janeiro. III. Comportamento de duas árvores de margens de rios: Licania rigida Benth. e Tecoma caraiba Mart. An. Acad. Brasil. Ciênc., 33 (3/4): 387-398.
- OLIVEIRA, J. G. B. & PRISCO, J. T. (1967). Transpiração e balanço hídrico de plantas da caatinga. Bol. Soc. Cear. Agron., 8: 41-66.
- OLIVEIRA, J. G. B., VÁLIO, I. F. M., FELIPPE, G. M. & CAMPOS, S. M. (1962). Balanço d'água do hemiparasito Struthanthus vulgaris Mart. I. Estudo comparativo com seu hospedeiro Erythrina speciosa Andr. na estação chuvosa (São Paulo, SP, Brasil). An. Acad. Brasil. Ciênc., 34 (4): 527-544.
- PALLAGHY, C. K. (1971). Stomatal movement and potassium transport in epidermal strips of Zea mays: the effect of CO₂. Planta (Berl.), 101 (4): 287-295.
- PARLANGE, J-Y. & WAGGONER, P. E. (1970). Stomatal dimensions and resistance to diffusion. Plant Physiol., 46 (2): 337-342.
- PFAFF, F. (1870). Über den Betrag der Verdunstung einer Eiche während der ganzen Vegetationsperiode. S. B. baver. Akad. Wiss., Munchen, 1: 27. Apud Franco, C. M. & Magalhães, A. C., 1962.
- PICCOLO, A. L. G. & ARENS, K. (1969). O efeito do IAA sobre a transpiração de células isoladas de Nitella cernua Braun. Nota preliminar. Ciênc. Cult., 21 (4): 725-727.
- PIMENTEL GOMES, F. (1970). Curso de Estatística Experimental. 4a. ed. Livraria Nobel S. A., São Paulo. 430 pp.
- RACHID, M. (1947). Transpiração e sistemas subterrâneos da vegetação de várzea dos campos cerrados de Emas. Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr. Univ. S. Paulo, 80 (Bot. 5): 7-135.
- RANZANI, G. (1965). Manual de Levantamento de Solos. Editora da Univ. S. Paulo, São Paulo. 112 pp.

- RANZANI, G., FREIRE, O. & KINJO, T. (1966). Carta de solos do município de Piracicaba. Centro Estud. Solos, Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" Univ. S. Paulo, Piracicaba. 85 pp. (Mimeografado).
- RASCHKE, K. & KUHL, U. (1969). Stomatal responses to changes in atmospheric humidity and water supply: experiments with leaf sections of Zea mays in CO₂-free air. *Planta (Berl.)*, 87 (1/2): 36-48.
- RASCHKE, K. & FELLOWS, M. P. (1971). Stomatal movement in Zea mays: shuttle of potassium and chloride between guard cells and subsidiary cells. *Planta (Berl.)*, 101 (4): 296-316.
- RAWITSCHER, F. K. (1942). Algumas noções sôbre a transpiração e o balanço d'água de plantas brasileiras. *An. Acad. Brasil. Ciênc.*, 14 (1): 7-36.
- RAWITSCHER, F. K. & FERRI, M. G. (1942). Observações sôbre a metodologia para o estudo da transpiração cuticular em plantas brasileiras, especialmente em Cedrela fissilis. *Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr. Univ. S. Paulo*, 28 (Bot. 3): 113-139.
- RAWITSCHER, F. & MORELLO, J. (1952). Eficacia del método de pesadas rápidas para medir la transpiración de plantas. *Cienc. Invest.*, 8 (6): 275-284.
- RAWITSCHER, K., FERRI, M. G. & RACHID, M. (1943). Profundidade dos solos e vegetação em campos cerrados do Brasil Meridional. *An. Acad. Brasil. Ciênc.*, 15 (4): 267-298.
- RAWITSCHER, F., HUECK, K., MORELLO, J. & PAFFEN, K. (1952). Algumas observações sôbre a ecologia da vegetação das caatingas. *An. Acad. Brasil. Ciênc.*, 24 (3): 287-301.
- REICHARDT, K. (1968). Estudo do processo de evaporação da água do solo. (Uso da radiação gama no estudo do processo de evaporação da água de dois solos arenosos sem vegetação). Tese Livre-Docênc., Univ. S. Paulo Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", Piracicaba. 95 pp. (Mimeografado).
- REYES-ZUMETA, H. & CAMARGO, P. N. (1971a). Observações sôbre a transpiração de duas espécies de Amaranthus. *Ciênc. Cult.*, 23 (3): 351-361.
- REYES-ZUMETA, H. & CAMARGO, P. N. (1971b). Observações preliminares sôbre a transpiração do cajueiro (Anacardium occidentale L.). *An. I Congres. Brasil. Fruticult.*, Campinas. (No prelo).
- RUSSELL, M. B. (1961). Water in the ecosystem. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 25 (6): 451-455.

- SAMPAIO, A. J. (1927). Actuaes difficuldades da systemática do gen. Coffea L. Bol. Museu Ncnal., 3 (4): 137-224.
- SANTOS, J. M. (1967). Clima. In Manual do Cafeicultor (Coord. E. A. Graner e C. Godoy Júnior), 3:41-62. Edições Melhoramentos, São Paulo. 320 pp.
- SAUCIER, W. J. (1969). Princípios de Análise Meteorológica (Trad. Douglas Strang e outros). Ao Livro Técnico, S. A., Rio de Janeiro. 462 pp.
- SAWHNEY, B. L. & ZELITCH, I. (1969). Direct determination of potassium ion accumulation in guard cells in relation to stomatal opening in light. Plant Physiol., 44 (9): 1350-1354.
- SETZER, J. (1949). Os Solos do Estado de São Paulo. Inst. Brasil. Geogr. Estatís., Cons. Ncnal. Geogr., Biblioteca Geográfica Brasileira, Série A, Publ. nº 6 (Ed. Serv. Gráf. Inst. Brasil. Geogr. Estatís.), Rio de Janeiro.
- SETZER, J. (1966). Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo. (Ed. Comissão Interestadual da Bacia Paranã-Uruguai), São Paulo. 61 pp.
- SILVA, J. V. (1960). Contribution for the study of root system development in coffee tree and cacao tree in some soils in São Tomé. Estud. agron. (Lisboa), 1 (3): 225-257.
- SILVA, J. V., BAPTISTA, J. E. & NUNES, M. A. (1960). Influence of soil moisture content on plant transpiration and application of cobalt chloride paper method to the measure of transpiration of the coffee bush. Estud. agron. (Lisboa), 1 (3): 271-282.
- SINGH, A. (1967). Plant Physiology. Asia Publishing House, London. 615 pp.
- SOUSA, A. V. G. (1971). Contribuição ao estudo da anatomia foliar e da fisiologia de Psidium guajava Raddi. Ciênc. Cult., 23 (3): 373-382.
- STALFELT, M. G. (1929). Die Abhangigkeit der Spaltöffnungsreaktionen von der Wasserbilanz. Planta (Berl.), 8 (1): 287-340.
- STALFELT, M. G. (1955). The stomata as a hydrophotic regulator of the water deficit of the plant. Physiol. Plant., 8 (3): 572-593.
- STARK, N. (1967). The transpirometer for measuring the transpiration of desert plants. J. Hydrol., 5 (2): 143-157.
- STARK, N. (1970). Water balance of some warm desert plants in a wet year. J. Hydrol., 10 (2): 113-126.

- STARK, N. & LOVE, L. D. (1969). Water relations of three warm desert species. *Israel J. Bot.*, 18 (3): 175-190.
- STEEL, R. G. D. & TORRIE, J. H. (1960). Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York. 481 pp.
- STILES, W. (1950). An Introduction to the Principles of Plant Physiology. Methuen & Co. Ltd., London. 701 pp.
- STOCKER, O. (1929). Das Wasserdefizit von Gefäßpflanzen in verschiedenen Klimazonen. *Planta (Berl.)*, 7 (2): 382-387.
- STOCKER, O. (1956). Messmethoden der Transpiration. *Handbuch der Pflanzenphysiologie*, 3: 293-311. Springer-Verlag, Berlin.
- SUAREZ DE CASTRO, F. (1960). Distribución de las raíces del cafeto (*Coffea arabica* L.) en un suelo de El Salvador. *El Café de El Salvador*, 30 (344/345): 421-449.
- THORNTHWAITE, C. W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *Geogr. Rev.*, 38 (1): 55-94.
- TURNER, N. C. (1972). K^+ uptake of guard cells stimulated by fusicoccin. *Nature (Lond.)*, 235 (5337): 341-342.
- VÁLIO, I. F. M., FELIPPE, G. M. & CAMPOS, S. M. (1962). Balanço d'água do hemiparasito *Struthanthus vulgaris* Mart. II. Comportamento na estação seca (São Paulo, SP, Brasil). *An. Acad. Brasil. Ciênc.*, 34 (4): 545-552.
- VÁLIO, I. F. M., MORAES, V., MARQUES, M. & CAVALCANTE, P. (1966a). Sobre o balanço d'água de *Terminalia argentea* Mart. & Zucc. nas condições de cerrado, na estação seca. *An. Acad. Brasil. Ciênc.*, 38 (Supl.): 243-259.
- VÁLIO, I. F. M., MORAES, V., MARQUES, M. & CAVALCANTE, P. (1966b). Estudo comparativo do balanço d'água de *Hymenaea stigonocarpa* Mart. e *Hymenaea stilbocarpa* Hayne, em condições de cerrado, na estação seca. *An. Acad. Brasil. Ciênc.*, 38 (Supl.): 261-276.
- VÁLIO, I. F. M., MORAES, V., MARQUES, M., MATOS, M. E. R. & ELIAS DE PAULA, J. (1966a). Sobre o balanço d'água de *Terminalia argentea* Mart. et Zucc., nas condições de cerrado, na estação chuvosa. *An. Acad. Brasil. Ciênc.*, 38 (Supl.): 277-289.
- VÁLIO, I. F. M., MORAES, V., MARQUES, M., MATOS, M. E. R. & ELIAS DE PAULA, J. (1966b). Estudo comparativo do balanço d'água de *Hymenaea stigonocarpa* Mart. e de *Hymenaea stilbocarpa* Hayne, em condições de cerrado, na estação chuvosa. *An. Acad. Brasil. Ciênc.*, 38 (Supl.): 291-301.

- VAN DE STEENE, M. (1965). Los problemas de mercadeo y superproducción y el papel de la Organización Internacional de Café. Café (Turrialba), 6 (2): 20-24.
- VELARDE, E. (1969). Contribuição ao conhecimento do balanço hídrico da laranjeira Valência (Citrus sinensis (L.) Osbeck) sobre três diferentes porta-enxertos. Tese Mag. Sci., Univ. S. Paulo, Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", Piracicaba. 154 pp. (Mimeografado).
- VILLAÇA, H. & FERRI, M. G. (1954). Transpiração de Eucalyptus tereticornis. Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr. Univ. S. Paulo, 173 (Bot. 11):5-29.
- WAISTER, P. D. & HUDSON, J. P. (1970). Effects of soil moisture regimes on leaf water deficit, transpiration and yield of tomatoes. J. hort. Sci., 45 (4): 359-370.
- WALTER, H. (1960). Einführung in die Phytologie. Grundlagen der Pflanzenverbreitung, III, I teil, Standortlehre (analytisch-okologische Geobotanik). Eugen Ulmer, Stuttgart. 556 pp. Apud Lamberti, A., 1969.
- WALTER, H. & LIETH, H. (1964). Klimadiagramm-Weltatlas 1 lieferung 1960 - 2 lieferung 1964. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- WELLENSIEK, S. J. (1967). Efectos del medio ambiente sobre las plantas. In Control del Medio Ambiente de la Planta (Ed. J. P. Hudson): 18-34. Ediciones Omega, S. A. Barcelona. 280 pp.
- WELLMAN, F. L. (1961). Coffee: Botany, Cultivation, and Utilization. Leonard Hill (Books) Ltd. (World Crops Books), London. 488 pp.
- WORMER, T. M. (1965). The effect of soil moisture, nitrogen fertilization and some meteorological factors on stomatal aperture of Coffea arabica L. Ann. Bot., 29 (4): 523-539.
- ZELITCH, I. (1961). Biochemical control of stomatal opening in leaves. Proc. U. S. Nat. Acad. Sci., 47 (9): 1423-1433.

Ap.1 - Área (cm²) de cada uma das folhas de café (*Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo), colhidas na estação das chuvas, em Piracicaba, SP.

| Data | Amostrá | Períodos do dia | | | | | | |
|------------|---------|-----------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | 7:00/ 8:00 | 8:00/ 9:30 | 9:30/ 11:00 | 11:00/ 12:30 | 12:30/ 14:00 | 14:00/ 15:30 | 15:30/ 17:00 |
| 23 Dez. 70 | a | 42,48 | 50,40 | 38,92 | 34,55 | 35,47 | 37,54 | 33,64 |
| | b | 43,16 | 47,18 | 40,98 | 38,34 | 32,95 | 38,00 | 36,74 |
| | c | 40,29 | 44,08 | 40,52 | 34,90 | 31,11 | 31,57 | 39,61 |
| 16 Jan. 71 | a | 50,05 | 48,22 | 42,13 | 36,62 | 37,54 | 34,21 | 36,39 |
| | b | 37,65 | 45,23 | 33,52 | 39,49 | 36,51 | 39,84 | 36,05 |
| | c | 42,36 | 44,31 | 42,59 | 48,22 | 38,80 | 32,83 | 33,18 |
| 31 Jan. 71 | a | 33,64 | 44,08 | 29,39 | 35,36 | 41,33 | 34,78 | 39,72 |
| | b | 37,08 | 39,15 | 37,77 | 39,26 | 40,75 | 33,41 | 44,66 |
| | c | 34,21 | 38,92 | 35,70 | 33,64 | 32,03 | 31,80 | 41,56 |
| 14 Fev. 71 | a | 35,82 | 38,69 | 42,48 | 48,10 | 43,05 | 36,28 | 35,36 |
| | b | 30,31 | 45,69 | 33,98 | 45,23 | 35,01 | 39,15 | 32,72 |
| | c | 42,13 | 36,74 | 37,54 | 42,36 | 35,82 | 36,74 | 33,18 |
| 15 Mar. 71 | a | 32,14 | 33,29 | 41,10 | 31,57 | 37,77 | 34,78 | 39,95 |
| | b | 39,26 | 33,06 | 39,49 | 37,08 | 31,57 | 34,44 | 40,18 |
| | c | 38,23 | 33,64 | 35,24 | 32,49 | 30,10 | 36,62 | 41,79 |
| 29 Mar. 71 | a | 38,23 | 43,16 | 44,54 | 40,18 | 29,85 | 32,83 | 32,72 |
| | b | 38,46 | 39,61 | 45,12 | 40,52 | 30,19 | 35,36 | 28,93 |
| | c | 35,93 | 39,38 | 53,61 | 36,16 | 31,23 | 33,06 | 34,21 |
| 18 Abr. 71 | a | 38,11 | 56,37 | 36,62 | 43,05 | 46,72 | 40,29 | 38,46 |
| | b | 33,06 | 49,36 | 48,90 | 44,20 | 40,98 | 42,94 | 42,71 |
| | c | 38,92 | 43,05 | 38,69 | 46,26 | 40,75 | 38,11 | 38,34 |

Ap.2-- Peso seco (mg) de cada uma das folhas de café (*Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo), colhidas na estação das chuvas, em Piracicaba, SP.

| Data | Amostragem | Períodos do dia | | | | | | |
|------------|------------|-----------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | 7:00/ 8:00 | 8:00/ 9:30 | 9:30/ 11:00 | 11:00/ 12:30 | 12:30/ 14:00 | 14:00/ 15:30 | 15:30/ 17:00 |
| 23 Dez. 70 | a | 294 | 369 | 281 | 275 | 249 | 294 | 244 |
| | b | 293 | 313 | 316 | 284 | 236 | 283 | 304 |
| | c | 328 | 330 | 344 | 264 | 236 | 252 | 235 |
| 16 Jan. 71 | a | 364 | 283 | 237 | 286 | 243 | 203 | 222 |
| | b | 211 | 311 | 200 | 216 | 241 | 234 | 214 |
| | c | 223 | 218 | 220 | 256 | 235 | 245 | 198 |
| 31 Jan. 71 | a | 212 | 258 | 227 | 236 | 231 | 199 | 242 |
| | b | 239 | 250 | 242 | 306 | 233 | 185 | 268 |
| | c | 263 | 233 | 190 | 241 | 184 | 195 | 252 |
| 14 Fev. 71 | a | 195 | 222 | 236 | 292 | 254 | 187 | 200 |
| | b | 173 | 265 | 191 | 262 | 189 | 227 | 204 |
| | c | 231 | 171 | 217 | 259 | 184 | 223 | 200 |
| 15 Mar. 71 | a | 205 | 228 | 301 | 220 | 299 | 235 | 255 |
| | b | 251 | 241 | 265 | 290 | 210 | 250 | 252 |
| | c | 252 | 235 | 216 | 235 | 213 | 270 | 262 |
| 29 Mar. 71 | a | 228 | 270 | 320 | 303 | 208 | 261 | 217 |
| | b | 273 | 248 | 277 | 279 | 222 | 247 | 186 |
| | c | 194 | 245 | 360 | 205 | 158 | 211 | 231 |
| 18 Abr. 71 | a | 288 | 385 | 248 | 329 | 386 | 298 | 246 |
| | b | 252 | 364 | 323 | 312 | 329 | 322 | 261 |
| | c | 282 | 331 | 297 | 341 | 283 | 265 | 241 |

Ap.3 - Transpiração total (mg/dm²/min) de cada uma das folhas de café (*Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo), colhidas na estação das chuvas, em Piracicaba, SP.

| Data | Amos- tra | Períodos do dia | | | | | | |
|------------|--------------|-----------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | 7:00/ 8:00 | 8:00/ 9:30 | 9:30/ 11:00 | 11:00/ 12:30 | 12:30/ 14:00 | 14:00/ 15:30 | 15:30/ 17:00 |
| 23 Dez. 70 | a | 14,12 | 11,90 | 17,99 | 17,37 | 5,64 | 15,98 | 11,89 |
| | b | 11,58 | 16,96 | 17,08 | 13,04 | 9,10 | 15,79 | 5,44 |
| | c | 14,89 | 13,61 | 22,21 | 14,33 | 9,64 | 22,17 | 20,20 |
| 16 Jan. 71 | a | 11,99 | 22,81 | 19,00 | 21,85 | 23,97 | 5,85 | 5,50 |
| | b | 13,28 | 17,69 | 26,85 | 20,26 | 19,17 | 5,02 | 2,77 |
| | c | 16,53 | 15,80 | 21,13 | 22,81 | 20,62 | 15,23 | 9,04 |
| 31 Jan. 71 | a | 17,84 | 24,95 | 23,82 | 22,62 | 16,94 | 20,13 | 12,59 |
| | b | 18,88 | 22,99 | 21,18 | 17,83 | 14,72 | 14,97 | 11,20 |
| | c | 20,46 | 20,55 | 22,41 | 20,81 | 15,61 | 15,72 | 14,44 |
| 14 Fev. 71 | a | 8,38 | 7,75 | 11,77 | 18,71 | 23,23 | 5,51 | 5,66 |
| | b | 9,90 | 21,89 | 8,83 | 22,11 | 28,56 | 5,11 | 9,17 |
| | c | 9,49 | 10,89 | 18,65 | 18,89 | 22,33 | 5,44 | 6,03 |
| 15 Mar 71 | a | 9,33 | 12,02 | 17,03 | 9,50 | 13,24 | 28,75 | 17,52 |
| | b | 7,64 | 18,15 | 25,32 | 10,79 | 19,00 | 29,04 | 12,44 |
| | c | 7,85 | 23,78 | 19,86 | 18,45 | 13,29 | 24,58 | 7,18 |
| 29 Mar. 71 | a | 18,31 | 18,54 | 17,96 | 17,42 | 26,80 | 9,14 | 9,17 |
| | b | 15,60 | 20,20 | 22,16 | 17,28 | 23,19 | 8,48 | 6,91 |
| | c | 19,48 | 20,31 | 24,25 | 19,36 | 19,21 | 9,07 | 8,77 |
| 18 Abr. 71 | a | 5,25 | 5,32 | 10,92 | 9,29 | 19,26 | 12,41 | 7,80 |
| | b | 6,05 | 4,05 | 8,18 | 9,05 | 9,76 | 6,99 | 7,02 |
| | c | 2,57 | 4,65 | 7,75 | 6,49 | 14,72 | 15,74 | 7,82 |

Ap.4 - Déficit de saturação (D.S.%) de cada uma das folhas de café
(Coffea arabica L. cv. Mundo Novo), colhidas na estação das
chuvas, em Piracicaba, SP.

| Data | Amos- tra | Períodos do dia | | | | | | |
|------------|--------------|-----------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | 7:00/ 8:00 | 8:00/ 9:30 | 9:30/ 11:00 | 11:00/ 12:30 | 12:30/ 14:00 | 14:00/ 15:30 | 15:30/ 17:00 |
| | | | | | | | | |
| 23 Dez. 70 | a | 5,63 | 6,61 | 6,60 | 7,16 | 7,65 | 5,11 | 6,21 |
| | b | 6,39 | 4,88 | 6,29 | 8,57 | 6,32 | 5,45 | 5,04 |
| | c | 5,73 | 4,85 | 6,62 | 6,48 | 5,89 | 5,70 | 7,74 |
| 16 Jan 71 | a | 3,49 | 4,27 | 6,04 | 4,67 | 5,46 | 4,55 | 3,81 |
| | b | 5,72 | 5,30 | 5,51 | 5,02 | 8,00 | 3,49 | 3,58 |
| | c | 2,23 | 4,16 | 5,85 | 4,77 | 5,30 | 3,09 | 3,01 |
| 31 Jan. 71 | a | 1,38 | 4,73 | 5,70 | 5,95 | 5,05 | 2,95 | 3,89 |
| | b | 1,07 | 5,70 | 5,41 | 6,84 | 4,79 | 5,52 | 4,71 |
| | c | 1,80 | 5,55 | 5,88 | 5,26 | 4,53 | 4,44 | 4,53 |
| 14 Fev. 71 | a | 0,16 | 3,51 | 2,99 | 3,55 | 3,74 | 4,07 | 1,16 |
| | b | 0,54 | 4,74 | 2,85 | 3,87 | 5,31 | 3,18 | 4,39 |
| | c | 0,15 | 3,37 | 4,99 | 4,96 | 4,72 | 3,58 | 2,96 |
| 15 Mar. 71 | a | 1,38 | 1,89 | 5,09 | 4,93 | 6,74 | 2,46 | 5,86 |
| | b | 0,47 | 2,15 | 1,93 | 5,99 | 3,40 | 4,64 | 3,26 |
| | c | 2,14 | 4,24 | 9,06 | 4,73 | 5,97 | 4,57 | 3,78 |
| 29 Mar. 71 | a | 3,85 | 2,95 | 5,07 | 10,54 | 4,03 | 3,51 | 3,22 |
| | b | 4,00 | 4,23 | 3,95 | 4,84 | 5,53 | 3,97 | 3,07 |
| | c | 1,06 | 2,96 | 3,60 | 5,39 | 4,94 | 3,03 | 3,50 |
| 18 Abr. 71 | a | 1,55 | 1,68 | 5,54 | 5,48 | 7,42 | 4,44 | 6,78 |
| | b | 1,57 | 4,19 | 4,92 | 8,28 | 12,99 | 8,39 | 6,25 |
| | c | 1,66 | 3,56 | 7,38 | 11,00 | 4,26 | 4,68 | 6,34 |

Ap.5. - Dados de transpiração total (Y) em $\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$ e de intensidade luminosa (X) em $\text{lux} \cdot 10^3$, utilizados no cálculo da equação de regressão simples.

| Nº | Nº | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | Datas (médias) | |
|----|-------------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|----------------|------|
| | | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X |
| | Datas e | 23 Dez 70 | | 16 Jan 71 | | 31 Jan 71 | | 14 Fev 71 | | 15 Mar 71 | | 29 Mar 71 | | 18 Abr 71 | | | |
| | Períodos | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 7:00 / 8:00 | 14,1 | 80,0 | 12,0 | 83,0 | 17,8 | 70,0 | 8,4 | 40,0 | 9,3 | 42,0 | 18,3 | 30,0 | 5,3 | 50,0 | | |
| | | 11,6 | 87,0 | 13,3 | 91,0 | 18,9 | 40,0 | 9,9 | 72,0 | 7,6 | 62,0 | 15,6 | 75,0 | 6,1 | 60,0 | | |
| | | 14,9 | 98,0 | 16,5 | 97,0 | 20,5 | 47,0 | 9,5 | 89,0 | 7,9 | 81,0 | 19,5 | 86,0 | 2,6 | 79,0 | | |
| | Média | 13,5 | 88,3 | 13,9 | 90,3 | 19,0 | 52,3 | 9,3 | 67,0 | 8,3 | 61,6 | 17,8 | 63,6 | 4,6 | 63,0 | 12,4 | 69,4 |
| 2 | 8:00 / 9:30 | 11,9 | 100,0 | 22,8 | 100,0 | 25,0 | 92,0 | 7,8 | 100,0 | 12,0 | 87,0 | 18,5 | 88,0 | 5,3 | 90,0 | | |
| | | 17,0 | 100,0 | 17,7 | 100,0 | 23,0 | 79,0 | 21,9 | 98,0 | 18,2 | 100,0 | 20,2 | 100,0 | 4,1 | 100,0 | | |
| | | 13,6 | 100,0 | 15,8 | 100,0 | 20,6 | 100,0 | 10,9 | 100,0 | 23,8 | 100,0 | 20,3 | 100,0 | 4,7 | 100,0 | | |
| | Média | 14,5 | 100,0 | 18,8 | 100,0 | 22,8 | 60,3 | 13,5 | 99,3 | 18,0 | 95,6 | 19,7 | 96,0 | 4,7 | 96,6 | 15,9 | 92,5 |
| 3 | 9:30/11:00 | 18,0 | 100,0 | 19,0 | 100,0 | 23,8 | 100,0 | 11,8 | 30,0 | 17,0 | 100,0 | 18,0 | 100,0 | 10,9 | 100,0 | | |
| | | 17,1 | 100,0 | 26,9 | 100,0 | 21,2 | 100,0 | 8,8 | 100,0 | 25,3 | 100,0 | 22,2 | 100,0 | 8,2 | 100,0 | | |
| | | 22,2 | 100,0 | 21,1 | 100,0 | 22,4 | 48,0 | 18,7 | 100,0 | 19,9 | 100,0 | 24,3 | 100,0 | 7,8 | 95,0 | | |
| | Média | 19,1 | 100,0 | 22,3 | 100,0 | 22,5 | 82,6 | 13,1 | 76,6 | 20,7 | 100,0 | 21,5 | 100,0 | 8,9 | 98,3 | 18,3 | 93,9 |
| 4 | 11:00/12:30 | 17,4 | 99,0 | 21,9 | 98,0 | 22,6 | 100,0 | 18,7 | 100,0 | 9,5 | 97,0 | 17,4 | 81,0 | 9,3 | 94,0 | | |
| | | 13,0 | 95,0 | 20,3 | 94,0 | 17,8 | 84,0 | 22,1 | 99,0 | 10,8 | 85,0 | 17,3 | 80,0 | 9,1 | 80,0 | | |
| | | 14,3 | 92,0 | 22,8 | 86,0 | 20,8 | 70,0 | 18,9 | 90,0 | 18,5 | 75,0 | 19,4 | 66,0 | 6,5 | 75,0 | | |
| | Média | 14,9 | 95,3 | 21,6 | 92,6 | 20,4 | 84,6 | 19,9 | 96,3 | 12,9 | 85,6 | 18,0 | 75,6 | 8,3 | 83,0 | 16,6 | 87,6 |

(continua ...)

Ap.6 - Dados de transpiração total (Y) em $\text{mg}/\text{dm}^2/\text{min}$ e de temperatura do ar (X) em $^{\circ}\text{C}$, utilizados no cálculo de equação de regressão simples.

| Nº | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | Datas (médias) | | |
|----------|-------------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-------------------|------|------|
| | 23 Dez 70 | | 16 Jan 71 | | 31 Jan 71 | | 14 Fev 71 | | 15 Mar 71 | | 29 Mar 71 | | 18 Abr 71 | | | | |
| Períodos | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | |
| 1 | 7:00 / 8:00 | 14,1 | 24,0 | 12,0 | 19,0 | 17,8 | 24,0 | 8,4 | 23,0 | 9,3 | 22,2 | 18,3 | 18,0 | 5,3 | 18,0 | | |
| | | 11,6 | 24,4 | 13,3 | 21,0 | 18,9 | 24,0 | 9,9 | 23,6 | 7,6 | 22,8 | 15,6 | 19,0 | 6,1 | 18,2 | | |
| | | 14,9 | 26,0 | 16,5 | 22,0 | 20,5 | 24,0 | 9,5 | 25,0 | 7,9 | 24,0 | 19,5 | 20,6 | 2,6 | 19,0 | | |
| | Média | 13,5 | 24,8 | 13,9 | 20,7 | 19,0 | 24,0 | 9,3 | 23,7 | 8,3 | 23,0 | 17,8 | 19,2 | 4,6 | 18,4 | 12,4 | 21,9 |
| 2 | 8:00 / 9:30 | 11,9 | 26,6 | 22,8 | 23,0 | 25,0 | 26,0 | 7,8 | 26,0 | 12,0 | 25,0 | 18,5 | 22,0 | 5,3 | 21,0 | | |
| | | 17,0 | 28,0 | 17,7 | 24,0 | 23,0 | 27,0 | 21,9 | 26,0 | 18,2 | 27,0 | 20,2 | 24,0 | 4,1 | 22,4 | | |
| | | 13,6 | 29,0 | 15,8 | 25,0 | 20,6 | 29,0 | 10,9 | 29,0 | 23,8 | 28,0 | 20,3 | 26,0 | 4,7 | 24,0 | | |
| | Média | 14,2 | 27,9 | 18,8 | 24,0 | 22,8 | 27,3 | 13,5 | 27,0 | 18,0 | 26,7 | 19,7 | 24,0 | 4,7 | 22,5 | 15,9 | 25,6 |
| 3 | 9:30/11:00 | 18,0 | 30,2 | 19,0 | 26,0 | 23,8 | 31,0 | 11,8 | 28,0 | 17,0 | 30,0 | 18,0 | 25,0 | 10,9 | 25,0 | | |
| | | 17,1 | 31,0 | 26,9 | 27,2 | 21,2 | 32,0 | 8,8 | 30,2 | 25,3 | 31,2 | 22,2 | 26,6 | 8,2 | 26,0 | | |
| | | 22,2 | 31,4 | 21,1 | 27,6 | 22,4 | 32,0 | 18,7 | 30,0 | 19,9 | 31,6 | 24,3 | 28,0 | 7,8 | 28,0 | | |
| | Média | 19,1 | 30,9 | 22,3 | 26,9 | 22,5 | 31,7 | 13,1 | 29,4 | 20,7 | 30,9 | 21,5 | 26,5 | 8,9 | 26,3 | 18,3 | 29,0 |
| 4 | 11:00/12:30 | 17,4 | 33,0 | 21,9 | 28,0 | 22,6 | 35,0 | 18,7 | 30,4 | 9,5 | 33,0 | 17,4 | 27,0 | 9,3 | 29,0 | | |
| | | 13,0 | 36,2 | 20,3 | 29,0 | 17,8 | 34,0 | 22,1 | 33,0 | 10,8 | 34,2 | 17,3 | 28,0 | 9,1 | 31,2 | | |
| | | 14,3 | 37,0 | 22,8 | 29,0 | 20,8 | 34,0 | 18,9 | 32,0 | 18,5 | 35,0 | 19,4 | 30,0 | 6,5 | 30,0 | | |
| | Média | 14,9 | 35,4 | 21,6 | 28,7 | 20,4 | 34,3 | 19,9 | 31,8 | 12,9 | 34,1 | 18,0 | 28,3 | 8,3 | 30,1 | 16,6 | 31,8 |

(continua ...)

Ap.6 - (continuação)

| No | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | Datas (médias) | | |
|-------------------|-------------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-------------------|------|------|
| | 23 Dez 70 | | 16 Jan 71 | | 31 Jan 71 | | 14 Fev 71 | | 15 Mar 71 | | 29 Mar 71 | | 18 Abr 71 | | | | |
| Períodos | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | |
| 5 | 12:30/14:00 | 5,6 | 37,0 | 24,0 | 29,0 | 16,9 | 33,0 | 23,2 | 33,0 | 13,2 | 34,0 | 26,8 | 30,0 | 19,3 | 30,0 | | |
| | | 9,1 | 36,0 | 19,2 | 29,0 | 14,7 | - | 28,6 | 32,0 | 19,0 | 35,0 | 23,2 | 29,0 | 9,8 | 31,0 | | |
| | | 9,7 | 36,2 | 20,6 | 29,0 | 15,6 | 27,0 | 22,3 | 33,0 | 13,3 | 33,0 | 19,2 | 29,4 | 14,7 | 30,0 | | |
| 6 | Média | 8,1 | 36,4 | 21,3 | 29,0 | 15,7 | 20,0 | 24,7 | 32,7 | 15,2 | 34,0 | 23,1 | 29,5 | 14,6 | 30,3 | 17,5 | 30,3 |
| | | 16,0 | 35,0 | 5,9 | 29,0 | 20,1 | 26,0 | 5,5 | 33,0 | 28,8 | 35,2 | 9,1 | 30,0 | 12,4 | 30,8 | | |
| | | 15,8 | 36,2 | 5,0 | 29,0 | 15,0 | 26,6 | 5,1 | 33,2 | 29,0 | 35,4 | 8,4 | 30,0 | 7,0 | 32,0 | | |
| 7 | Média | 22,2 | 36,4 | 15,2 | 29,0 | 15,7 | 28,0 | 5,4 | 33,2 | 24,6 | 35,2 | 9,1 | 30,0 | 15,7 | 31,0 | | |
| | | 18,0 | 35,9 | 8,7 | 29,0 | 16,9 | 26,9 | 5,3 | 33,1 | 27,5 | 35,3 | 8,9 | 30,0 | 11,7 | 31,3 | 13,9 | 31,6 |
| | | 11,9 | 36,2 | 5,5 | 30,0 | 12,6 | 29,0 | 5,7 | 34,4 | 17,5 | 35,0 | 9,2 | 29,0 | 7,8 | 29,0 | | |
| 7 | Média | 5,4 | 36,0 | 2,8 | 29,0 | 11,2 | 27,0 | 9,2 | 34,0 | 12,4 | 35,0 | 6,9 | 29,0 | 7,0 | 28,0 | | |
| | | 20,2 | 36,0 | 9,0 | 29,0 | 14,4 | 27,0 | 6,0 | 33,0 | 7,2 | 34,0 | 8,8 | 28,0 | 7,8 | 27,0 | | |
| | | 12,5 | 36,1 | 5,8 | 29,3 | 12,7 | 27,7 | 7,0 | 33,7 | 12,4 | 34,7 | 8,3 | 28,7 | 7,6 | 28,0 | 9,5 | 31,2 |
| Períodos (médias) | | 14,3 | 32,5 | 16,1 | 26,8 | 18,6 | 27,4 | 13,3 | 30,2 | 16,4 | 31,2 | 16,6 | 26,6 | 8,6 | 26,7 | | |

Ap.7 - Dados de transpiração total (Y) em mg/dm²/min e de umidade relativa do ar (X) em %, utilizados no cálculo da equação de regressão simples.

| Nº | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | Datas (médias) | | |
|----|---------------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-------------------|------|------|
| | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | |
| | 23 Dez 70 | | 16 Jan 71 | | 31 Jan 71 | | 14 Fev 71 | | 15 Mar 71 | | 29 Mar 71 | | 18 Abr 71 | | | | |
| | Períodos | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 7:00 / 8:00 | 14,1 | 90,2 | 12,0 | 88,3 | 17,8 | 90,2 | 8,4 | 89,6 | 9,3 | 97,6 | 18,3 | 100,0 | 5,3 | 100,0 | | |
| | | 11,6 | 86,4 | 13,3 | 85,2 | 18,9 | 80,3 | 9,0 | 91,5 | 7,6 | 89,7 | 15,6 | 85,8 | 6,1 | 95,3 | | |
| | | 14,9 | 81,4 | 16,5 | 65,7 | 20,5 | 80,3 | 9,5 | 82,5 | 7,9 | 78,5 | 19,5 | 84,9 | 2,6 | 85,8 | | |
| | Média | 13,5 | 86,0 | 13,9 | 79,7 | 19,0 | 83,6 | 9,3 | 87,9 | 8,3 | 88,6 | 17,8 | 90,2 | 4,6 | 93,7 | 12,4 | 87,1 |
| 2 | 8:00 / 9:30 | 11,9 | 80,1 | 22,8 | 60,8 | 25,0 | 81,4 | 7,8 | 74,6 | 12,0 | 55,7 | 18,5 | 79,4 | 5,3 | 78,4 | | |
| | | 17,0 | 74,0 | 17,7 | 61,8 | 23,0 | 76,7 | 4,9 | 81,4 | 18,2 | 66,9 | 20,2 | 74,9 | 4,1 | 75,6 | | |
| | | 13,6 | 74,6 | 15,8 | 46,3 | 20,6 | 66,9 | 10,9 | 66,9 | 23,8 | 65,9 | 20,3 | 66,2 | 4,7 | 70,8 | | |
| | Média | 14,2 | 76,2 | 18,8 | 56,3 | 22,8 | 75,0 | 13,5 | 74,3 | 18,0 | 62,8 | 19,7 | 73,5 | 4,7 | 74,9 | 15,9 | 70,4 |
| 3 | 9:30 / 11:00 | 18,0 | 67,8 | 19,0 | 47,7 | 23,8 | 61,2 | 11,8 | 72,3 | 17,0 | 60,2 | 18,0 | 71,8 | 10,9 | 62,9 | | |
| | | 17,1 | 61,2 | 26,9 | 41,8 | 21,2 | 56,6 | 8,8 | 66,3 | 25,3 | 54,2 | 22,2 | 59,6 | 8,2 | 58,9 | | |
| | | 22,2 | 51,9 | 21,1 | 40,9 | 22,4 | 59,1 | 18,7 | 64,7 | 19,9 | 54,8 | 24,3 | 52,0 | 7,8 | 50,6 | | |
| | Média | 19,1 | 60,3 | 22,3 | 43,5 | 22,5 | 59,0 | 13,1 | 67,8 | 20,7 | 56,4 | 21,5 | 61,1 | 8,9 | 57,5 | 18,3 | 57,9 |
| 4 | 11:00 / 12:30 | 17,4 | 52,3 | 21,9 | 41,3 | 22,6 | 53,1 | 18,7 | 56,1 | 9,5 | 56,3 | 17,4 | 49,1 | 9,3 | 51,7 | | |
| | | 13,0 | 40,3 | 20,3 | 39,0 | 17,8 | 55,7 | 22,1 | 56,3 | 10,8 | 51,0 | 17,3 | 50,6 | 9,1 | 45,9 | | |
| | | 14,3 | 37,0 | 22,8 | 37,6 | 20,8 | 50,6 | 18,9 | 52,4 | 18,5 | 53,1 | 19,4 | 47,2 | 6,5 | 46,0 | | |
| | Média | 14,9 | 43,2 | 21,6 | 39,3 | 20,4 | 53,1 | 19,9 | 54,9 | 12,9 | 53,5 | 18,0 | 49,0 | 8,3 | 47,9 | 16,6 | 48,7 |

(continua ...)

Ap.7 - (continuação)

| Nº | Nº | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | Datas (médias) | |
|----|----------------------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-------------------|------|
| | | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | X |
| | Datas e | 23 Dez 70 | | 16 Jan 71 | | 31 Jan 71 | | 14 Fev 71 | | 15 Mar 71 | | 29 Mar 71 | | 18 Abr 71 | | | |
| | Períodos | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 12:30/14:00 | 5,6 | 26,8 | 24,0 | 30,9 | 16,9 | 54,7 | 23,2 | 49,6 | 13,2 | 49,3 | 26,8 | 39,0 | 19,3 | 39,0 | | |
| | | 9,1 | 41,1 | 19,2 | 32,3 | 14,7 | - | 28,6 | 48,4 | 19,0 | 44,5 | 23,2 | 44,4 | 9,8 | 40,5 | | |
| | | 9,7 | 45,9 | 20,6 | 33,3 | 15,6 | 73,3 | 22,3 | 49,6 | 13,3 | 43,4 | 19,2 | 42,4 | 14,7 | 39,0 | | |
| | Média | 8,1 | 37,9 | 21,3 | 32,2 | 15,7 | 42,7 | 24,7 | 49,2 | 15,2 | 45,7 | 23,1 | 41,9 | 14,6 | 39,5 | 17,5 | 41,3 |
| 6 | 14:00/15:30 | 16,0 | 51,6 | 5,9 | 29,2 | 20,1 | 55,7 | 5,5 | 43,4 | 28,8 | 46,0 | 9,1 | 39,0 | 12,4 | 44,8 | | |
| | | 15,8 | 45,9 | 5,0 | 28,2 | 15,0 | 59,6 | 5,1 | 42,4 | 29,0 | 42,6 | 8,5 | 37,7 | 7,0 | 41,9 | | |
| | | 22,2 | 39,6 | 15,2 | 26,9 | 15,7 | 65,9 | 5,4 | 47,6 | 24,6 | 28,2 | 9,1 | 37,7 | 15,7 | 40,5 | | |
| | Média | 18,0 | 45,7 | 8,7 | 28,1 | 16,9 | 60,4 | 5,3 | 44,5 | 27,5 | 38,9 | 8,9 | 38,1 | 11,7 | 44,4 | 13,9 | 42,5 |
| 7 | 15:30/17:00 | 11,9 | 34,7 | 5,5 | 20,0 | 12,6 | 54,4 | 5,7 | 48,7 | 17,5 | 45,6 | 9,2 | 43,0 | 7,8 | 44,4 | | |
| | | 5,4 | 46,8 | 2,8 | 25,5 | 11,2 | 57,1 | 9,2 | 50,6 | 12,4 | 39,9 | 6,9 | 47,3 | 7,0 | 48,8 | | |
| | | 20,2 | 40,0 | 9,0 | 24,2 | 14,4 | 57,1 | 6,0 | 44,5 | 7,2 | 50,6 | 8,8 | 52,2 | 7,8 | 49,1 | | |
| | Média | 12,5 | 40,5 | 5,8 | 23,2 | 12,7 | 56,2 | 7,0 | 47,9 | 12,4 | 45,4 | 8,3 | 47,5 | 7,6 | 47,4 | 9,5 | 44,0 |
| | Períodos (Médias) | 14,3 | 55,7 | 16,1 | 43,2 | 18,6 | 61,4 | 13,3 | 60,9 | 16,4 | 55,9 | 16,7 | 57,3 | 8,6 | 57,5 | | |

Ap.8 - Luminosidade recebida ($\text{lux} \cdot 10^3$) por folhas de Coffea arabica
 L. cv. Mundo Novo, segundo a sua exposição às radiações lumino-
 sas durante o dia (*)

| Horas do dia | 23 Dez. 70 | | 16 Jan. 71 | | 14 Fev. 71 | | 29 Mar. 71 | | 18 Abr. 71 | |
|-----------------|------------|-----|------------|----|------------|----|------------|-----|------------|-----|
| | E | W | E | W | E | W | E | W | E | W |
| 7:00 | 80 | - | 83 | - | 40 | - | 30 | - | 50 | - |
| 7:30 | 87 | - | 91 | - | 72 | - | 75 | - | 60 | - |
| 8:00 | 98 | - | 97 | - | 89 | - | 86 | - | 79 | - |
| 8:30 | 100 | - | 100 | - | 100 | - | 88 | - | 90 | - |
| 9:00 | 100 | - | 100 | - | 98 | - | 100 | 5 | 100 | - |
| 9:30 | 100 | - | 100 | - | 100 | - | 100 | 5,5 | 100 | - |
| 10:00 | 100 | - | 100 | - | 30 | - | 100 | 6 | 100 | - |
| 10:30 | 100 | - | 100 | - | 100 | - | 100 | 12 | 100 | - |
| 11:00 | 100 | - | 100 | - | 100 | - | 100 | 22 | 95 | - |
| 11:30 | 99 | 100 | 98 | - | 100 | - | 81 | 40 | 94 | - |
| 12:00 | 95 | 100 | 94 | - | 99 | - | 80 | 55 | 80 | 60 |
| 12:30 | 92 | 100 | 86 | - | 90 | - | 66 | 66 | 75 | 70 |
| 13:00 | 80 | 100 | 80 | 80 | 80 | 80 | 50 | 70 | 74 | 84 |
| 13:30 | 73 | 100 | 63 | 84 | 58 | 94 | 37 | 96 | 60 | 90 |
| 14:00 | 22 | 22 | 51 | 93 | 45 | 92 | 30 | 100 | 55 | 100 |
| 14:30 | 40 | 100 | 42 | 98 | 41 | 90 | 25 | 100 | 42 | 98 |
| 15:00 | 30 | 100 | 25 | 95 | 32 | 88 | 22 | 100 | 35 | 90 |
| 15:30 | 15 | 66 | 20 | 94 | 28 | 88 | 17 | 100 | 30 | 90 |
| 16:00 | 11 | 100 | 12 | 87 | 19 | 92 | 13 | 88 | 20 | 10 |
| 16:30 | 10 | 100 | 8,5 | 80 | 5,8 | 90 | 9,5 | 75 | 7,1 | 70 |
| 17:00 | 5 | 88 | 5,1 | 78 | 4,3 | 83 | 6,8 | 53 | 5 | 22 |
| 17:30 | 5 | 72 | 4,0 | 65 | 3,1 | 72 | 2,9 | 34 | 1,3 | 8 |
| 18:00 | 4,4 | 55 | 3,4 | 48 | 2,1 | 56 | 1,1 | 30 | 0 | 0 |

(*) Placa receptora em posição paralela às folhas

Ap. 9 - Plantas cuja transpiração foi estudada no Brasil pelo método das pesagens rápidas.

Ambiente e / ou planta

CERRADO

RAWITSCHER, FERRI & RACHID (1943)

Andira laurifolia Benth., Byrsonima coccolobifolia Kunth, Palicourea rigida H. B. K.

FERRI (1944)

Alibertia sessilis (Cham.) K. Sch., Andira humilis Mart. ex Benth., Anona coriacea Mart., Butia leiospatha (Barb. Rodr.) Bacc., Didymopanax vinosum E. March., Duguetia furfuracea (St. Hil.) Benth. & Hook., Echinolaena inflexa (Poir.) Chase, Erythroxylum suberosum St. Hil., E. tortuosum Mart., Kielmeyera coriacea Mart., Ouratea spectabilis (Mart.) Engl.

RACHID (1947)

Aegiphyla lhotskyana Cham., Aristolochia giberti Hook., Aspilia reflexa Baker, Centrosema bracteosum Benth., Cochlospermum insigne St. Hil., Collaea decumbens Benth., Copaifera langsdorffii Desf., Craniolaria integrifolia Cham., Dorstenia opifera Mart., Ipomoea procurrens Meissn., I. villosa Meissn., Manihot tripartita Muell. Arg., Palicourea rigida H. B. K., Poikilacanthus humilis Lindau., Ruellia dissitifolia Hierns., R. geminiflora H. B. K., Serjania erecta Radlk., Smilax cissoides Griseb., Stripnodendron barbatimao Mart., Vernonia grandiflora Less.

FERRI (1955)

Andira humilis Mart. ex Benth., Anona coriacea Mart., Butia leiospatha (Barb. Rodr.) Bacc., Byrsonima coccolobifolia Kunth, Didymopanax vinosum E. March., Echinolaena inflexa (Poir.) Chase, Erythroxylum suberosum St. Hil., Kielmeyera coriacea Mart., Ouratea spectabilis (Mart.) Engl.

(continua...)

Ambiente e / ou planta

COUTINHO & FERRI (1956)

Bowdichia virgilioides H. B. K., Platypodium elegans Vog., Stripnodendron adstringens (Mart.) Coville

ANDRADE, RACHID-EDWARDS & FERRI (1957)

Echinolaena inflexa (Poir.) Chase, Tristachya leiostachya Ness.

FERRI & COUTINHO (1958)

Andira humilis Mart. ex Benth., Anona coriacea Mart., Byrsonima coccolobifolia H. B. K., Connarus suberosus Planch., Curatella americana L., Erythroxylum suberosum St. Hil., E. tortuosum Mart., Xilopia grandiflora St. Hil.

COUTINHO & FERRI

Anona coriacea Mart., Didymopanax vinosum E. March., Duguetia furfuracea (St. Hil.) Benth. & Hook., Erythroxylum suberosum St. Hil.

FERRI & LAMBERTI (1960)

Anacardium occidentale L., Curatella americana L., Ouratea sp.

VÁLIO, MORAES, MARQUES & CAVALCANTE (1966)

Terminalia argentea Mart. & Zucc.

VÁLIO, MORAES, MARQUES & CAVALCANTE (1966)

Hymenaea stigonocarpa Mart., H. stilbocarpa Hayne.

VÁLIO, MORAES, MARQUES, MATOS & ELIAS DE PAULA (1966)

Terminalia argentea Mart. & Zucc.

(continua...)

Ambiente e / ou planta

VÁLIO, MORAES, MARQUES, MATOS & ELIAS DE PAULA (1966)

Hymenaea stigonocarpa Mart., H. stilbocarpa Hayne

MATOS, FERREIRA, GUSMAN, CHACUR & MARQUES (1968)

Hymenaea stilbocarpa Hayne, Solanum lycocarpum St. Hil.

HANDRO (1969)

Andira humilis Mart. ex Benth.

REYES-ZUMETA (1970) *

Byrsonima coccolobifolia Kunth

GRISI (1971)

Ouratea spectabilis (Mart.) Engl.

REYES-ZUMETA (1971, 1972) *

Bauhinia nitida Benth., Enterolobium gummiferum (Mart.) Macbr.,
Machaerium acutifolium Vog.

CAATINGA

RAWITSCHER, HUECK, MORELLO & PAFFEN (1952)

Capparis yco Mart. et Eichl., Croton campestris St. Hil.

FERRI & LABOURIAU (1952)

Caesalpinia pyramidalis Tul., Jatropha phyllacantha Muell. Arg.,
Maytenus rigida Mart., Spondias tuberosa Arruda

(continua ...)

Ambiente e/ou planta

FERRI (1955)

Aspidosperma pyriforme Mart., Astronium urundeuva Engl., Bumelia sartorum Mart., Capparis uco Mart. et Eichl., Caesalpinia pyramidalis Tul., Jatropha phyllacantha Muell. Arg., Maytenus rigida Mart., Spondias tuberosa Arruda, Tabebuia caraiba (Mart.) Bur., Zizyphus joazeiro Mart.

FERRI (1960)

Bactris cuspidata Mart., Compsoeura debilis Warb., Clusia spathulaefolia, Cunuria crassipes Muell. Arg., Discophora froesei, Epistephium parviflorum Lindl., Hevea rigidifolia Muell. Arg., Lissocarpa benthamii Gürke, Maxillaria leucaimata Rodrig., Pagamea coriacea Benth., Retiniphyllum truncatum Muell. Arg., Sphaeradenia amazonica, Zamia lecointei Ducke

OLIVEIRA & LABOURIAU

Caesalpinia pyramidalis Tul., Jatropha phyllacantha Muell. Arg., Spondias tuberosa Arruda, Zizyphus joazeiro Mart.

OLIVEIRA & PRISCO (1967)

Auxemma oncocalyx (Fr. All.) Taub., Mimosa caesalpiniaefolia Benth., Torresea cearaensis Fr. All.

MATA PLUVIAL TROPICAL

COUTINHO (1962)

Abuta selleana Eichl., Affonsea edwallii Harms., Alchornea triplinervia (Spreng.) Muell. Arg., Alsophila longipetiolata Ros., Alstroemeria insignis Krzl., Bathysa stipulata (Vell.) Presl., Billbergia amoena (Lodd.) Ldl., Coccoloba martii Meissn., Codonanthe gracilis (Mart.) Hnst., Epidendrum ellipticum Grah., Euterpe edulis Mart., Geonoma gamiova Barb. Rodr., G.

(continua...)

Ambiente e/ ou planta

COUTINHO (cont.)

schottiana Mart., Hypocyrta radicans Kl. et Hnst., Inga sessilis Mart.,
Maxillaria picta Hook., Miconia willdenowii Kl., Mikania trinervis Hook.
et Arn., Nematanthus fritschii Hoehne, Vriesia altodaserrae L. B. Smith,
V. inflata (Wawra) Wawra, Weinmannia hirta Sw.

MATA

MATOS, FERREIRA, CHACUR, GUSMAN & MARQUES (1968)

Hymenaea stilbocarpa Hayne

DUNAS LITORÂNEAS

ANDRADE (1967)

Acicarpa spathulata R. Br., Canavalia obtusifolia DC., Chrysobalanus
icaco Linn., Cordia verbenacea DC., Dalbergia ecastophyllum (L.) Taub.,
Epidendrum moseni Reichb., Hydrocotyle umbellata Linn., Ipomoea littoralis
Boiss., I. pes-caprae (L.) Sweet, Philoxerus portulacoides St. Hil.,
Quesnelia arvensis (Vell.) Mez, Scaevola plumieri (Vahl) Pax., Sophora
tomentosa L., Spartina ciliata Kunth, Tibouchina holosericea Baill.

MANGUEZAL

LAMBERTI (1969)

Acrostichum aureum Linn., Avicennia schaueriana Stapf & Leechman, Hibiscus
tiliaceus Linn., Laguncularia racemosa Gaertn., Rhizophora mangle Linn.

EXPERIMENTAIS

RAWITSCHER (1942)

Calonyction bona-nox Boj., Cedrela fissilis Veil., Coffea arabica L.,
Trichomanes tenerum Spreng.

(continua...)

Ambiente e/ ou planta

RAWITSCHER & FERRI (1942)

Cedrela fissilis Vell., Coffea arabica L.

ALVIM (1946)

Brassica oleracea L. var. acephala DC., Dianthus sp., Ficus benjamina L.,
Luhia divaricata L., Lycopersicum esculentum Mill., Michelia champaca L.,
Phaseolus vulgaris L., Schinus therembintifolius Raddi, Spathodea
campanulata L.

LABOURIAU, OLIVEIRA & ZAUZA (1961)

Capparis yco Mart.

OLIVEIRA & LABOURIAU (1961)

Caesalpinia pyramidalis Tul., Jatropha phyllacantha Muell. Arg., Spondias
tuberosa Arruda, Zizyphus joazeiro Mart.

LABOURIAU, OLIVEIRA & ZAUZA (1961)

Capparis yco Mart.

OLIVEIRA & LABOURIAU (1961)

Licania rigida Benth., Tecoma caraiba Mart.

OLIVEIRA, VÁLIO, FELIPPE & CAMPOS (1962)

Erythrina speciosa Andr., Struthanthus vulgaris Mart.

VÁLIO, FELIPPE & CAMPOS (1962)

Struthanthus vulgaris Mart.

HANDRO (1969)

Andira humilis Mart. ex Benth.

(continua...)

Ambiente e/ou planta

PICCOLO & ARENS (1969)

Nitella cernua Braun

ARENS (1970)

Coffea arabica L.

ALMEIDA & ARENS (1970)

Coffea arabica L., Pyrostegia venusta Baill., Rosa sp.

MACIEL, CORDEIRO, RACHI & CHIGACHIHARAGUTI (1971)

Piper aduncum L.

FLORESTAIS

VILLAÇA & FERRI (1954)

Eucalyptus tereticornis Sm.

MELLO (1960)

Astronium urundeuva (Fr. Allem.) Engl., Eucalyptus alba Reinw.,
Piptadenia rigida Benth.

LABOURIAU, OLIVEIRA & SALGADO-LABOURIAU (1961)

Schizolobium parahyba (Vell.) Toledo

GERONI (1962)

Eucalyptus rostrata Schlecht.

LABOURIAU, FELIPPE & VÁLIO (1962)

Schizolobium parahyba (Vell.) Toledo

(continua...)

Ambiente e / ou planta

CORSO (1964)

Eucalyptus alba Reinw., E. citriodora Hook., E. grandis Maiden, E. maculata Hook., E. robusta Sm., E. saligna Sm.

FRANCO & INFORZATO (1967)

Eucalyptus saligna Sm.

DE MARINIS & MACIEL (1968, 1969)

Copaifera langsdorffii Desf.

MACIEL, DE MARINIS & CAMARGO (1969)

Guarea trichilioides L.

MACIEL (1971)

Gallesia gorazema Moq.

INFESTANTES

DE MARINIS & MACIEL (1966, 1967)

Pterogyne nitens Tul.

MACIEL (1970)

Acanthospermum australe (L.) Kuntze, A. hispidum DC., Ageratum conyzoides L., Amaranthus spinosus L., A. viridis L., Bidens pilosa L., Croton glandulosus L., Hyptis suaveolens (L.) Poit., Portulaca oleracea L., Sida cordifolia L., S. grazielae H. Monteiro, S. linifolia Cav., S. rhombifolia L., S. santaremensis H. Monteiro, Solanum nigrum L., Tagetes minuta L., Triumfetta althaeoides Lam., Waltheria indica L.

(continua...)

Ambiente e / ou planta

MACIEL (1971)

Pterogyne nitens Tul.

REYES-ZUMETA & CAMARGO (1971)

Amaranthus hybridus L., A. viridis L.

CULTIVADAS

FRANCO & INFORZATO (1950, 1951)

Coffea arabica L.

MORELLO (1953)

Musa cavendishii Lamb.

MEGURO & FERRI (1956)

Saccharum officinarum L.

FRANCO & MAGALHÃES (1963)

Coffea arabica L., Phaseolus vulgaris L.

MEGURO (1963)

Saccharum officinarum L.

CAMARGO, BARÇA & CASTRO (1966)

Spathodea nilotica Seem.

VELARDE (1969)

Citrus sinensis (L.) Osbeck

(continua...)

Ambiente e / ou planta

BACKES (1971)

Psidium multiflorum Camb.

BEHAR (1971)

Eugenia uniflora L.

LUCAS (1971)

Jambosa vulgaris Mill.

MOURA (1971)

Myrciaria cauliflora Berg.

SOUZA (1971)

Psidium guajava Raddi

REYES-ZUMETA & CAMARGO (1971)

Anacardium occidentale L.

REYES-ZUMETA (1971) *

Anacardium occidentale L.

REYES-ZUMETA (1971, 1972) *

Coffea arabica L.

(*) Dados não publicados ou no prelo.