

O Problema do Sombreamento dos Cafezais em São Paulo

COARACY M. FRANCO (*)

INTRODUÇÃO

A literatura sobre o sombreamento dos cafezais em São Paulo é grande. Baseia-se, porém, quase sempre em pontos de vista ou em observações mais ou menos superficiais e restritas a um ou a alguns poucos casos de sucesso temporário observados, quase nada dizendo sobre os inúmeros casos de insucesso experimentados.

Na realidade há casos em que parece haver vantagens com o sombreamento e outros em que são patentes as desvantagens. Também é frequente o caso em que se observa uma reação favorável, por parte dos cafeeiros, nos primeiros anos de sombreamento e que, depois do pleno desenvolvimento das árvores de sombra, aqueles definham aos poucos.

Cremos que o simples fato de os cafezais colombianos e outros serem sombreados não nos autoriza a dizer que os de São Paulo também possam ser. As condições de clima e solo são diferentes e, portanto, é de esperar que outras também possam ser as reações das plantas sujeitas ao mesmo tratamento.

Conclusões por simples observação são perigosas, sem experimentação, mais perigosas ainda.

Não queremos com isto afirmar que o sombreamento dos cafezais não poderá ser feito em parte alguma do Estado de São Paulo. Unicamente pretendemos frisar que é perigoso aconselhar aos lavradores que sombreiem todos os seus cafezais, enquanto o problema não estiver claramente resolvido.

Seria, entretanto, ideal que a maioria dos cafeicultores tivesse um talhão sombreado. Em pouco tempo ficaríamos conhecendo o comportamento do cafeeiro debaixo de sombra em todas as regiões do Estado.

(*) Do Instituto Agrônomo de Campinas.

Os ensaios mais antigos de sombreamento feitos pela Secção de Café do Instituto Agronômico deram resultados negativos e dos mais novos seria temerário concluir algo. Dos sombreamentos feitos por outras instituições e particulares não são muitos os que estão ainda em condições de real vantagem. Contudo, alguns existem dando esperanças de que, pelo menos em algumas regiões do Estado ou sob determinadas condições, o sombreamento venha a ser praticável.

Se quisermos esclarecer de vez essa tão debatida questão, temos de estudá-la, e qualquer conclusão haverá de ser tirada de dados experimentais. E' o que nos propusemos fazer. Nosso primeiro passo foi o estudo do sistema radicular do cafeeiro nos principais tipos de solo do Estado de São Paulo (5) e, posteriormente, a determinação da água inativa daqueles solos (6).

O SISTEMA RADICULAR DO CAFEIEIRO

Em nossas primeiras observações sôbre o problema do sombreamento dos cafezais em São Paulo vimos que havia grande indicação de ser a concorrência em água que as árvores de sombra fazem aos cafeeiros o fator que determinava os insucessos experimentados nessa prática. Devíamos portanto iniciar nossos estudos por essa parte. Entretanto, antes de mais nada, deveríamos conhecer o sistema radicular do cafeeiro.

A sua extensão, profundidade, porcentagem de raízes nas diversas camadas do solo, etc., são fatores que precisávamos conhecer afim de nos orientarmos naquele estudo e melhor interpretar os resultados obtidos.

O estudo do sistema radicular do cafeeiro foi feito em diversos tipos de solos já que as propriedades físicas e químicas daquele induzem grandes alterações na conformação e distribuição do sistema radicular das plantas.

O método por nós usado no estudo do sistema radicular e a discussão com detalhes dos resultados acham-se já publicados (5).

Damos a seguir as fotografias dos sistemas radiculares encontrados nos diferentes tipos de solo.

O WILTING POINT (*) DE ALGUNS TIPOS DE SOLO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Conhecido o sistema radicular do cafeeiro, e, portanto, em que profundidade era mais intensa a "luta pela água", por assim dizer, entre as raízes dos cafeeiros e das árvores de sombra tínhamos ainda a necessidade de conhecer o "wilting point" do solo afim de que pudéssemos calcular a água disponível às plantas.

Camargo e Vageler (3) deram para o "wilting point" (ou água inativa como chamaram) o valor $2H_y$, isto é, duas vezes a higroscopicidade do solo. De início tentamos utilizar do "wilting point" assim calculado. Encontramos desde logo valores tão altos em contraposição a valores baixos de umidade a 105°C obtidos para amostras de solos onde ainda vegetavam perfeitamente bem as plantas, que não tivemos dúvida em por de lado o cálculo do "Wilting point" baseado naquela fórmula. Fomos levados à determinação do w. p. pelo método direto, de Briggs e Shantz, (1) acrescido de pequenas modificações que melhor o adaptavam ao nosso caso particular (6). O quadro IX mostra os resultados obtidos em 26 solos estudados.

Conhecido o verdadeiro "wilting point" de diversos solos, Paiva Netto e De Jorge (7) determinaram empiricamente a fórmula $w. p. = 0,68 H_y$, para o seu cálculo.

CONCORRÊNCIA EM ÁGUA ENTRE CAFEIROS E ÁRVORES DE SOMBRA

E conhecido o fato de ser o solo no interior de uma mata mais sêco do que o de fora da mata, exceção feita para a camada superficial, (alguns centímetros apenas).

Isto poderá parecer estranho a um leigo, porém é perfeitamente aplicável. A superfície do solo, no interior da mata, perde menos água por evaporação do que um solo descoberto, já porque o sol nela não incide diretamente, já por que no geral está coberta por uma manta de matéria orgânica que dificulta a evaporação da água.

Das camadas mais profundas, porém, o solo perde mui-

(*) "Wilting point", água inativa, "wilting coefficient", "wilting percentage" ou ainda "permanent wilting percentage" é a percentagem de água que um solo ainda contém quando as plantas não mais conseguem dele retirar água.

QUADRO IX

Resultados da determinação da água inativa em 26 amostras tomadas dos principais tipos de solos do Estado de São Paulo.

Amostras	Tipo de solo	Água inativa %	Procedência	Observações
1	arenoso	3,5	Pindorama	Cafezal
2	arenoso	3,6	Pindorama	Cafezal
3	arenoso	3,8	Pindorama	Cafezal
4	arenoso	4,1	Pindorama	Cafezal
5	argiloso	6,4	Pindorama	Cafezal
6	salmourão	6,7	Itaquara	Cafezal sombreado
7	argiloso	7,6	Pindorama	Cafezal
8	massapé	8,6	Mococa	Cafezal
9	argiloso	9,3	Pindorama	Cafezal
10	salmourão	9,4	Campinas	Terreno de cultura
11	massapé-salm.	9,6	Pinhal	Cafezal sombreado
12	argiloso	10,0	Pindorama	Cafezal
13	argiloso	10,8	Caçapava	Cafezal sombreado
14	roxa-misturada	11,2	Campinas	Cafezal
15	roxa	12,1	Terra Roxa	Cafezal
16	salmourão	12,4	Itibí	Cafezal
17	massapé	13,0	Campinas	Terrenos de culturas
18	massapé	13,6	Mococa	Cafezal sombreado
19	massapé	13,9	Ibiti	Cafezal
20	massapé	14,2	Itaquara	Cafezal sombreado
21	roxa	15,0	Terra Roxa	Cafezal
22	roxa	15,4	Terra Roxa	Cafezal
23	massapé	15,5	Campinas	Terreno de culturas
24	roxa legítima	16,9	Ribeirão Preto	Cafezal
25	roxa legítima	18,0	Ribeirão Preto	Cafezal
26	turfoso	30,3	Pindamonhangaba	Varzea cult. c/ arroz, em Coruputuba.

to mais água através da absorção e transpiração das plantas do que pela evaporação direta de sua superfície. Isto é fácil de ser compreendido. As raízes das árvores vão a alguns metros de profundidade e de lá a água é absorvida e conduzida até as folhas, onde passa para a atmosfera em forma de vapor, em consequência da transpiração. As árvores funcionam assim como verdadeiras bombas, trazendo a água das camadas mais profundas do solo para a atmosfera. Enquanto, pois, um terreno limpo perde água apenas pela evaporação de sua superfície, outro coberto de mata perde-a de todas as camadas atingidas pelas raízes das plantas. E convém lembrar ainda que a superfície folhar de uma árvore é muitas vezes maior do que a superfície do terreno

que ela ocupa ou que a ela cabe no interior de uma mata. As observações que fizemos confirmam o que acima dissemos.

Assim, vemos nos quadros I e II que a umidade no solo dentro da mata, em Pindorama e em Ribeirão Preto, foi menor do que fora da mata, em terreno limpo, com a mesma altitude e distante cerca de 150 metros dos bordos da mata.

QUADRO I

Percentagem de água no solo dentro e fora da mata
Estação Experimental de Pindorama.

Profundidade m	% de água no solo		Observações
	Dentro da mata	Fora da mata	
1,0	5,7	10,9	4-9-946

QUADRO II

Percentagem de água no solo dentro e fora da mata
Estação Experimental de Ribeirão Preto.

Profundidade m	% de água no solo		Observações
	Dentro da mata	Fora da mata	
0,5	16,4	17,1	6-9-946
1,0	16,7	18,3	

Um cafezal sombreado está longe de poder ser chamado de mata. O papel das árvores de sombra de retirar água das camadas profundas do solo não deve, ser, por isso, desprezado.

Determinando comparativamente o teor em água do solo, em talhões sombreados e não sombreados, em épocas secas

após algumas semanas sem chuva, temos encontrado mais água no solo nos talhões ao sol. Essas determinações foram feitas em talhões, um ao lado do outro, sendo um sombreado e outro não. Assim procedemos para evitar que grandes diferenças de solo interferissem nos resultados. A diferença encontrada, às vezes não é grande, mas se a percentagem de água no solo estiver próxima da "água inativa", uma pequena diferença para mais, de água, poderá ser de importância vital para as plantas, pois representará toda a água de que a planta poderá dispor. Muito embora já se acredite que o eucalipto não seja planta aconselhável para sombreamento, achamos interessante transcrever aqui os dados de umidade no solo encontrados dentro e fora de um talhão sombreado com aquela planta; aliás, esse talhão nem mais existe. Foi eliminado por se achar em péssimas condições.

QUADRO III

Percentagem de água no solo de talhões sombreados e ao sol
Estação Experimental Central de Campinas.

Profundidade m	% de água no solo		Observações
	Sombreado com Eucalipto	Ao sol	
Superfície	11,8	8,2	Cafetal sombreado em péssimo estado 6-9-943
0,5	15,1	16,1	
1,0	15,5	16,2	
1,5	14,8	16,1	
2,0	13,8	16,0	

Esses dados encontram-se no Quadro III. Analisando-o, vemos que a superfície do solo é mais úmida no interior do sombreado. Nas camadas mais profundas dá-se o contrário, sendo que, a 2 m de profundidade, a diferença para menos

em água no talhão sombreado se acentua. Provavelmente, as raízes do eucalipto são abundantes nessa profundidade. O talhão ao sol que forneceu os dados para o quadro em análise, era contíguo ao sombreado. Dada a situação, tamanho e topografia do terreno, não nos foi possível tirar amostras de terra para a determinação de umidade senão a cerca de 80 metros de distância dos eucaliptos. Essa distância parece-nos pequena e cremos que aí o solo ainda estava sob a influência das raízes daquela planta. Se pudesse, sem inconvenientes, ter sido maior essa distância, acreditamos que as diferenças entre a umidade no solo do talhão sombreado e ao sol, teriam sido maiores.

Mais sugestivos são os gráficos I e II, nos quais vemos a umidade do solo a 0,30 m de profundidade determinada durante o ano todo, de 15 em 15 dias, no interior de um talhão sombreado com eucalipto, sob um ripado com 2 centímetros de vão e no meio de um talhão ao sol. As chuvas estão registradas dia por dia, na base dos gráficos e a linha horizontal representa a percentagem de água inativa dos solos em estudo. Trabalhamos com o solo do interior do ripado porque a sua superfície era sombreada com mais ou menos a mesma intensidade que o solo do talhão sombreado. A única diferença era, pois, a ausência de árvores de sombra. Analisando os gráficos citados vemos que o solo do talhão ao sol, na profundidade estudada de 0,30 m, tem água disponível às plantas durante o ano todo, exceto no período que vai de meados de julho a princípios de setembro, ou seja, praticamente, um mês e meio. Fato semelhante se passou no solo no interior do ripado. As plantas do talhão sombreado com eucalipto estiveram privadas de água naquela profundidade, desde meados de junho até começo de outubro ou, praticamente, 4 meses. Parece, pois, não restar dúvida de que os cafeeiros definharam debaixo dos eucaliptos em consequência da falta de água no solo. Por motivos de ordem prática, não estudamos maiores profundidades do solo.

Dada a grande profundidade do sistema radicular do eucalipto é de esperar que a 2 m de profundidade, onde, no solo de Campinas, se localiza ainda grande número de radículas do cafeeiro (5), o fenômeno seja semelhante, embora talvez menos rigoroso.

Comparando agora entre si as duas linhas do gráfico II, vemos que a sombra do ripado pouco ou nada influi sobre a umidade do solo a 0,5 m de profundidade. A quantidade de água evaporada diretamente da superfície do solo parece ter sido muito pequena para que seus efeitos atingissem vi-

sivelmente aquela profundidade, do qual o solo deve perder água quase que exclusivamente pela absorção das raízes.

QUADRO IV

Percentagem de água no solo em talhão sombreado e ao sol.

Estação Experimental de Pindorama

Profundidade m	de água no solo		Observações
	Sombreado com Pisquim	Ao sol	
0,5	4,0	7,0	Cafezal em mau estado 22-9-943
1,0	10,0	11,6	

Os quadros IV e V nos mostram dados obtidos em Pindorama. Neles vemos o teor em água do solo dentro de um talhão sombreado com Pisquim (*Albizia malacocarpa*) e, fora, em um talhão a pleno sol.

No quadro IV vemos que tanto a 0,5 como a 1 metro de profundidade havia mais água no talhão a pleno sol. A diferença parece não ser grande, mas, como já dissemos, estando a umidade perto da água inativa do solo, essa diferença pode ser de importância vital para os cafeeiros.

De fato, a água inativa da primeira camada de cerca de 70 cm. daquele solo, que é mais arenosa, está ao redor de 4,0%. Sendo assim, vemos que os cafeeiros sombreados não têm mais água para absorver, ao passo que os não sombreados têm ainda 3 percento. Isto significa que os cafeeiros a pleno sol dispõem ainda de 30 centímetros cúbicos de água em cada kg de solo, ou 30 litros em cada tonelada de solo, isto sem se considerar o caminhamento da água no solo. Explica-se, pois, o mau estado dos cafeeiros debaixo de sombra, pela concorrência em água que as árvores de sombra fazem aos cafeeiros.

No quadro V a diferença em umidade é notável na profundidade de 1 metro, onde é de 3,8% a mais no solo do talhão não sombreado.

Parece que a 20 cm. há ainda a influência da evaporação mais ativa, na superfície do solo do talhão ao sol. Co-

Legenda
 • Umidade do solo
 ~ Média progressiva

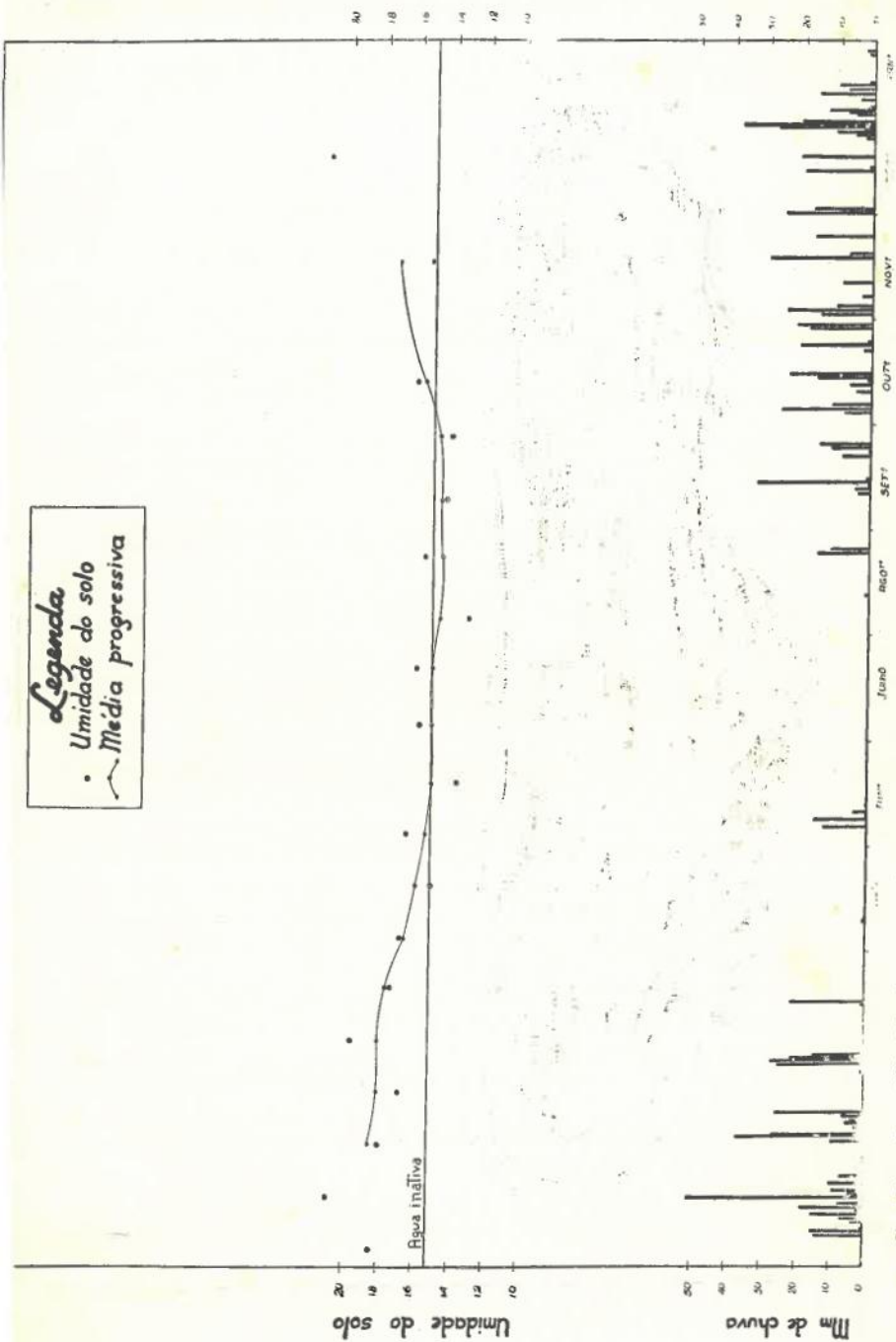


Gráfico I — Umidade do solo, dentro de um talhão sombreado com eucalipto, determinada, de 15 em 15 dias, durante um ano.

mo se depende do exame do quadro V, a concorrência em água também explica o estado muito mau dos cafeeiros do talhão sombreado em Pindorama.

QUADRO V

Percentagem de água no solo de talhão sombreado e ao sol.
Estação Experimental de Pindorama.

Profundidade m	% de água no solo		Observações
	Sombreado com Pisquim	Ao sol	
0,20	3,9	3,4	Cafezal em muito mau estado 4-9-946
1,00	9,0	12,8	

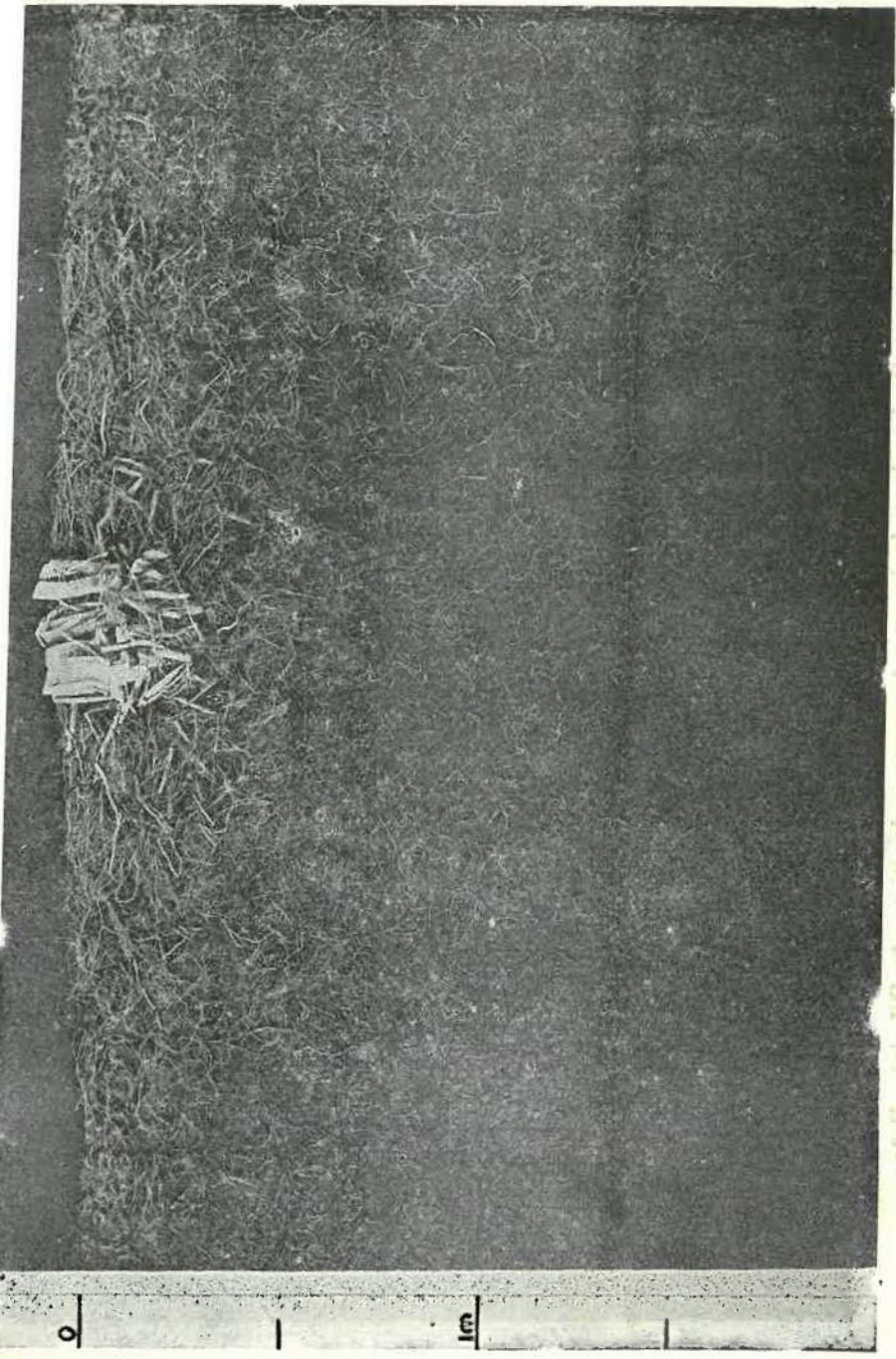
Analisemos agora o quadro VI, no qual estão os dados de umidade no solo em dois talhões sombreados e um a pleno sol.

Esses dados são da Fazenda Santa Alice, em Terra Roxa, e os talhões sombreados e ao sol estavam igualmente bons.

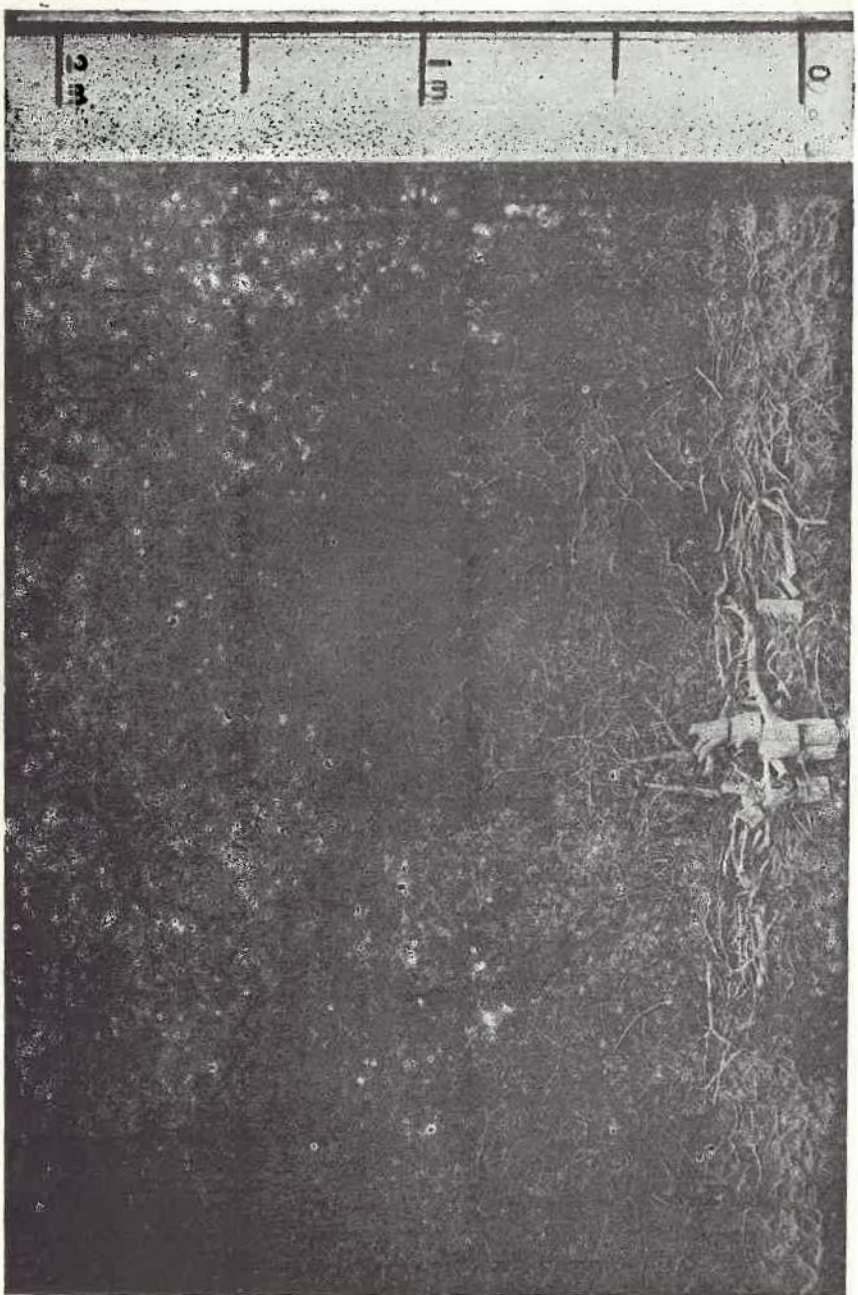
QUADRO VI

Percentagem de água no solo de talhões sombreados e ao sol.

Profun- didade m	% DE ÁGUA NO SOLO									Observações
	Sombreado c/ Tipuana	W. P.	água dis- ponível	Sombreado c/ Ingá	W. P.	água dis- ponível	ao sol	W. P.	água dis- ponível	
0,5	15,0	15,4	0	18,0	12,1	5,9	15,0	15,0	0	Cafetal em bom estado dentro e fóra da sombra. 29-8-946.
1,0	20,0		4,6	16,5		4,4	23,0		8,0	
1,5	20,0		4,6	17,0		4,9	25,0		10,0	



Sistema radicular do cafeiro na terra de bauru superior de Pindorama



Sistema radicular do cafeeiro na terra roxa legítima de Ribeirão Preto.

Não parecia haver dano aos cafeeiros, causado por concorrência em água. As determinações de umidade mostraram haver ainda, de fato, bastante água no solo. O estudo neste solo foi mais completo porque determinamos também a água inativa do solo, nas mesmas amostras utilizadas para as determinações da umidade.

A diferença da água inativa para a umidade encontrada no solo nos dá a percentagem de água ainda disponível às plantas. Fazemos aqui esses cálculos para a profundidade de 1 metro, que parece ser a mais explorada pelas raízes do cafeeiro. No solo do talhão sombreado com Tipuana ha ainda, nessa profundidade, $20 - 15,4 = 4,6\%$ de água absorvível. No sombreamento com Ingá há $16,5 - 12,1 = 4,4\%$ e no solo do talhão não sombreado há $23,0 - 15,0 = 8\%$. Para a profundidade de 1,5 m a quantidade de água disponível é de 4,6%, 4,9% e 10,0% para os talhões sombreados com Tipuana, Ingá e ao sol, respectivamente. Nessa profundidade a vantagem do talhão não sombreado é de 100%. Na primeira camada de 0,5 há água disponível apenas no talhão sombreado com Ingá. Somente a continuação dos nossos estudos poderá esclarecer esse fato. Vê-se que no solo do talhão ao sol existe muito mais água disponível aos cafeeiros do que nos dos talhões sombreados. Contudo, mesmo nestes últimos havia ainda água disponível suficiente, razão pela qual os cafeeiros não estavam sentindo a concorrência das árvores de sombra naquela ocasião.

Na seca do presente ano, entretanto, o talhão sombreado com Tipuana achava-se tão deperecido que aquelas árvores de sombra estavam sendo eliminadas por ordem do proprietário. O talhão sombreado com Ingá apresentava bom aspecto. A determinação de umidade no solo, nessa ocasião mostrou não haver água disponível no solo do talhão sombreado com Tipuana, enquanto que no sombreado com Ingá, havia ainda alguma água disponível. E' o que vemos no quadro VII.

QUADRO VII

Percentagem de água no solo de talhões sombreados.

Terra Roxa. Fazenda Santa Alice. 10-9-948.

Profundidade m	% de água no solo					
	Sombreado c/ Tibuana	w. p.	água disponível	Sombreado c/ Ingá	w. p.	água disponível
0,5	15,4	15,8	0	18,3	17,8	0,5
1,0	14,0	16,9	0	17,9	17,7	0,2

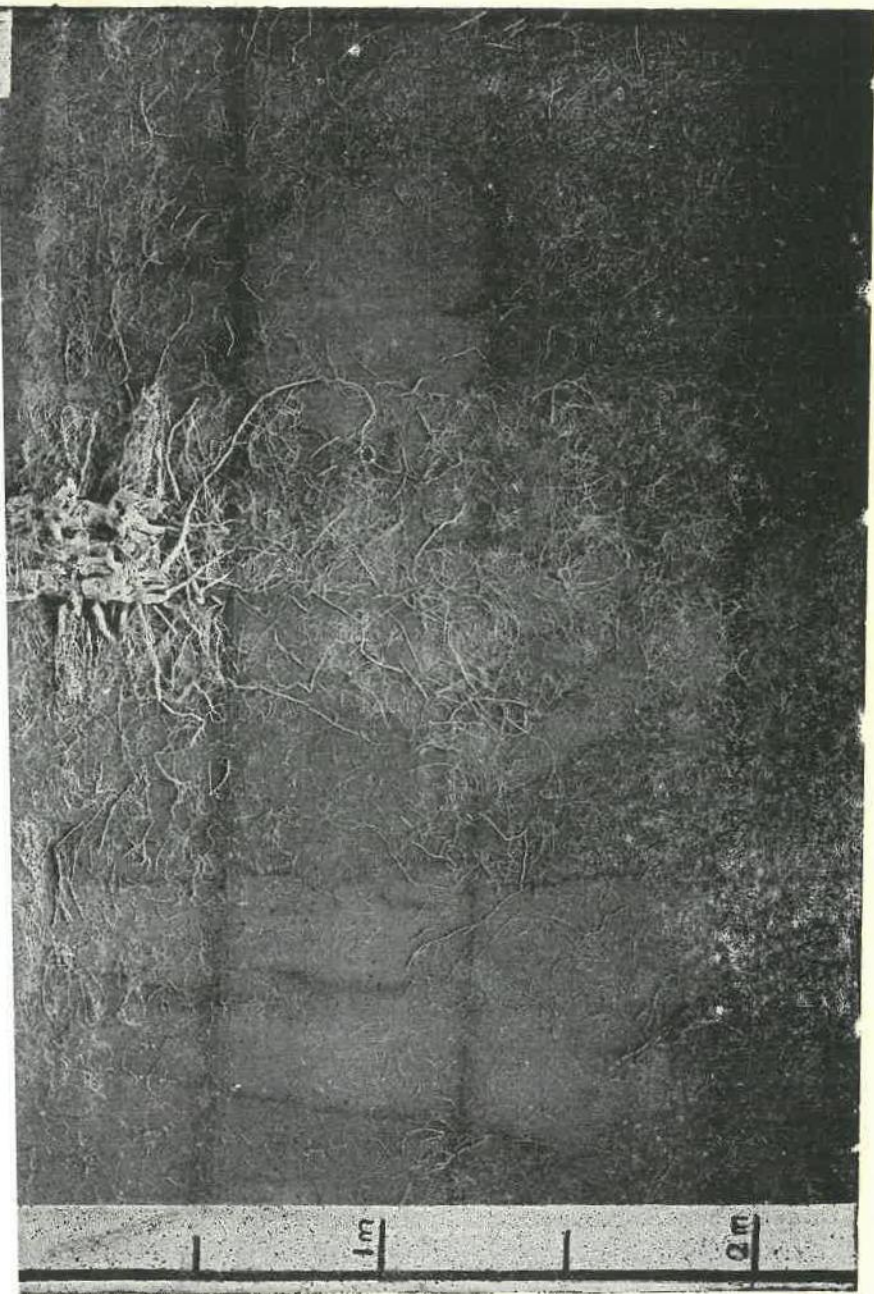
Atualmente o melhor cafezal sombreado em São Paulo está situado em Caçapava, próximo ao vale do Paraíba, na Faz. São Pedro. Quase toda a campanha pró-sombreamento feita pelos adeptos fervorosos dessa prática gira mesmo em torno desse cafezal. Vejamos os dados que obtivemos nessa fazenda e que se acham no quadro VIII.

QUADRO VIII

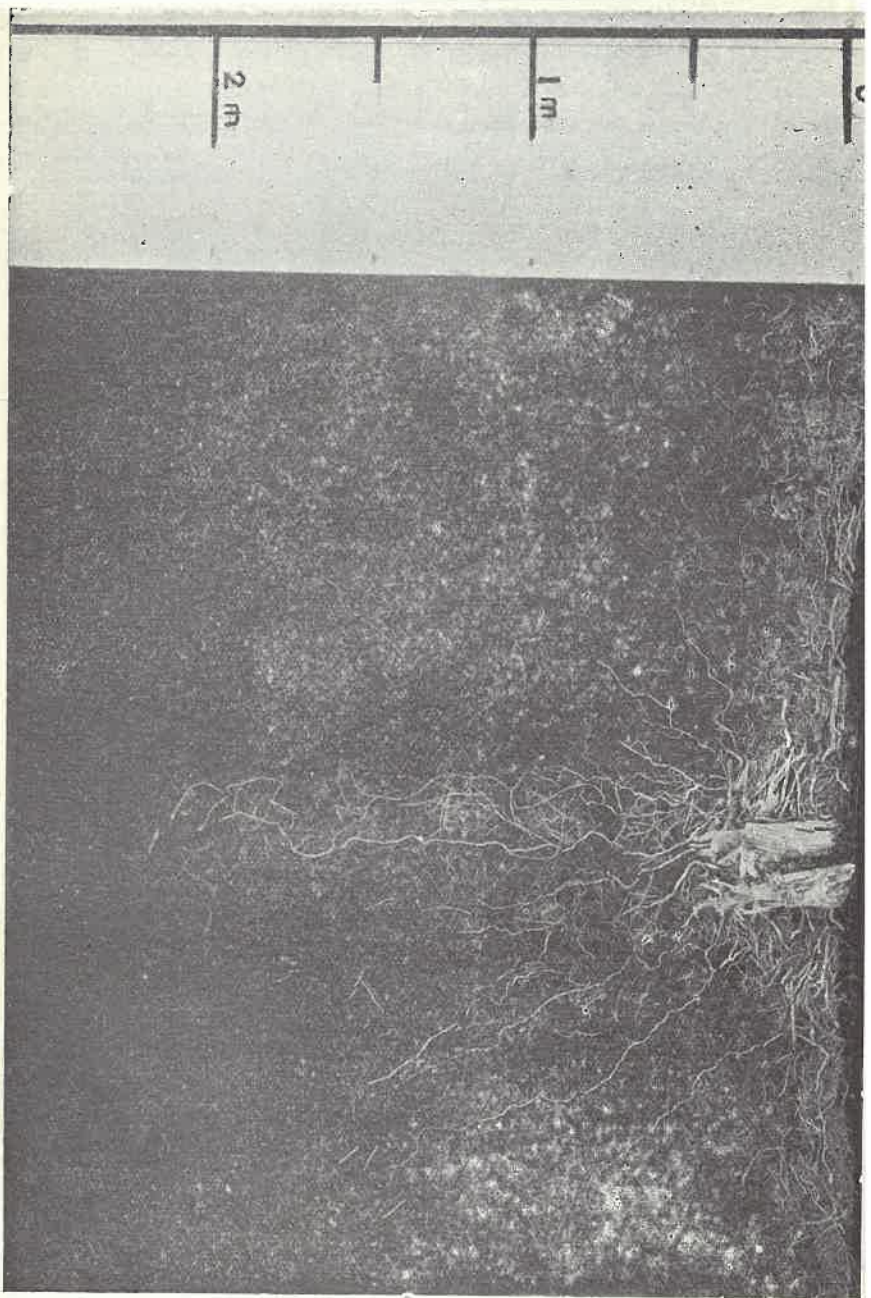
Percentagem de água no solo do talhão sombreado e ao sol
Caçapava, Fazenda São Pedro

Profundidade m	Talhão Sombreado c/ Ingá	W. P.	água disponível	Talhão ao sol	W. P.	água disponível
0,5	15,0	14,3	0,7	17,6	16,0	1,6
1,0	15,2		0,9	17,9		1,9

Vemos que havia ainda água disponível ao cafeeiro sob sombra. Isso explica o seu bom estado vegetativo no período de seca, entretanto, é manifesta a vantagem de 100% que os cafeeiros do talhão ao sol levava sobre os sombreados em água disponível no solo.



Sistema radicular do cafeeiro na terra roxa misturada de Campinas



Sistema radicular de cafeiro na terra massapé — Salmourão de Abiti,
município de Amparo.

O SOMBREAMENTO EM OUTROS ESTADOS

Há cafezais sombreados em outros estados brasileiros, mas a sua localização explica a razão da viabilidade do sombreamento nas zonas em que se acham. Situam-se êles em zonas onde o regime de chuvas é favorável, não havendo sêcas prolongadas, sendo que a grande maioria se localiza mesmo na zona litorânea. A maior umidade relativa do ar e a menor isolação das regiões litorâneas são também fatores que atenuam grandemente a concorrência em água entre as plantas, pois ambas agem no sentido de diminuir a transpiração vegetal. Os cafeeiros e as árvores de sombra, principalmente estas últimas com suas copas acima dos cafeeiros transpirando menos, retiram menos água do solo. Nestas condições uma menor quantidade de água no sub-solo pode ser suficiente para ambas as plantas, cafeeiro e árvore de sombra, durante os meses mais secos do ano.

O SOMBREAMENTO EM OUTROS PAÍSES DA AMÉRICA

E' bem sabido que todos os cafezais dos outros países cafeícolos da América são sombreados. Êste fato tem sido mesmo objeto de grande propaganda para os adeptos do sombreamento em São Paulo.

Na maioria dos casos, a distribuição pluviométrica desses países explica o sucesso do sombreamento. Isto não se dá, porém, com relação a El Salvador, Nicarágua e parte de Costa Rica. A distribuição das chuvas na parte mais seca de Costa Rica é comparável à de São Paulo e em Nicarágua e El Salvador é ainda mais desfavorável do que a nossa. Nestes dois últimos países chove tão pouco na época seca do ano que se torna necessário armazenar água por ocasião das chuvas, para os serviços de lavagem e despolpamento da colheita, na época seca.

Camargo e Mendes (2), mostram dados pluviométricos de El Salvador. Por êles vemos que durante os 4 meses mais secos, que vão de dezembro a março, caem sómente 37,3 mm de chuva em média, enquanto que no município de Campinas durante os 4 meses mais secos (maio-agosto) chove a média de 166,5 mm (4).

Como, pois, explicar o sucesso do sombreamento nesses países? A resposta deve estar em algum outro fator. Talvez um lençol d'água mais alto, ao alcance fácil das raízes, ou um

sistema radicular mais profundo do cafeeiro, induzido por uma circunstância que não conhecemos, ou ainda, umidade relativa do ar mais elevada, insolação menor, etc. Somente o estudo minucioso desses fatores naqueles países é que poderia esclarecer o assunto.

CONCLUSÕES

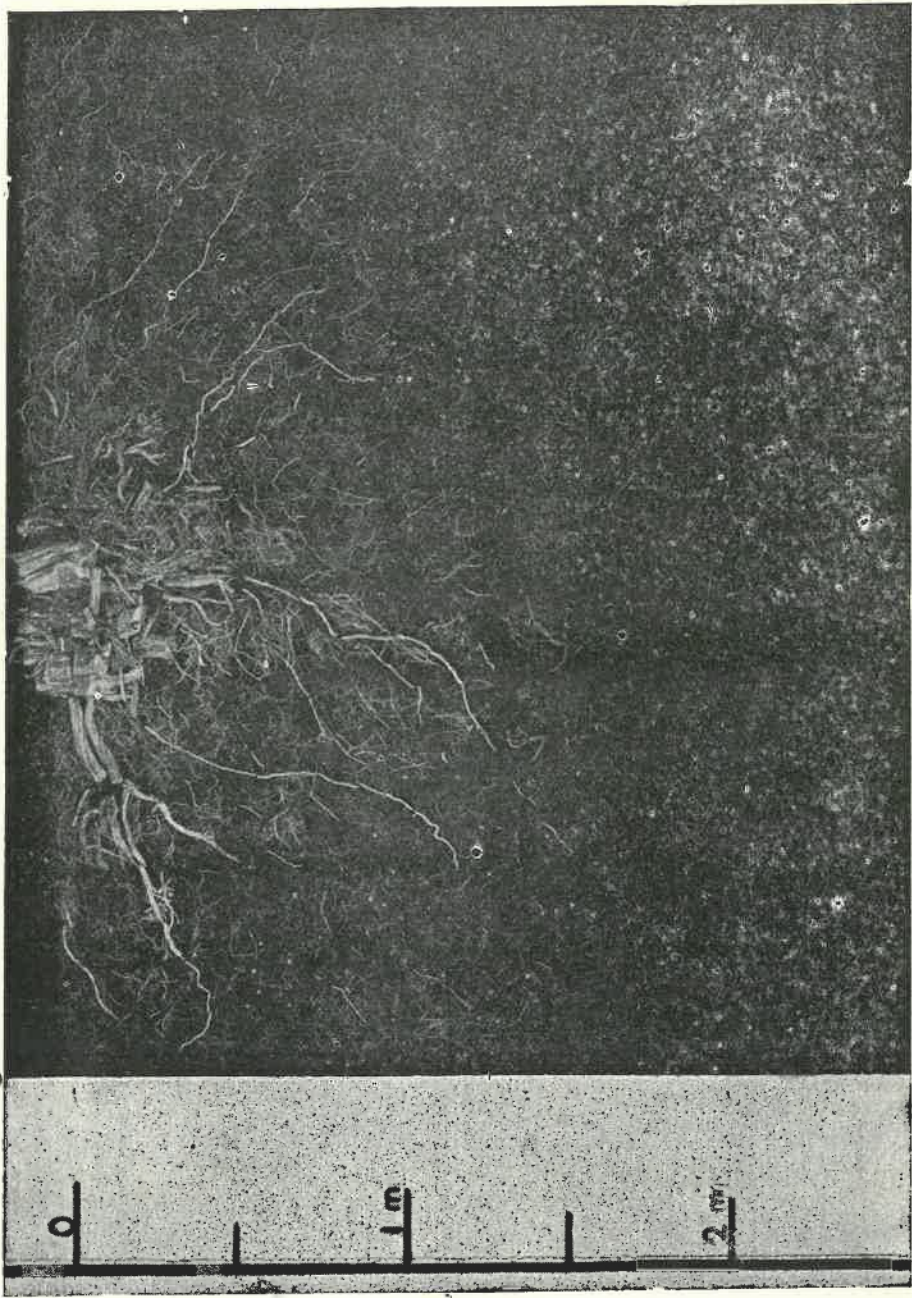
Os dados obtidos até o presente não dão margem ainda a uma conclusão definitiva. Entretanto, indicam com bastante evidência que muito provavelmente o sombreamento dos cafezais no Estado de São Paulo não será possível em toda a sua área. É provável que venha a tornar-se realidade em determinadas condições, nas quais não haja concorrência em água entre cafeeiros e árvores de sombra. Pretendemos em breve estar aptos para, estudando as condições de água no solo, e climatológicas, determinar as probabilidades de sucesso no sombreamento em um determinado local.

Em outros estados brasileiros, onde há cafezais sombreados, a localização destes em zonas com bom regime de chuva e elevada umidade do ar explica por si só a viabilidade do sombreamento.

Esses mesmos fatores explicam a razão da existência do sombreamento nos outros países cafeícolas americanos. Fazem exceção El Salvador, Nicarágua e zona atlântica de Costa Rica, onde, embora com mau regime de chuvas, os cafezais são sombreados. Desconhecemos os fatores que nesses últimos países proporcionam condições favoráveis ao sombreamento.

LITERATURA CITADA

1. Briggs, L. J. e H. L. Shantz. — A wax seal method for determining the lower limit of available soil moisture. *Botanical Gazette* 51: 210-219. 1910.
2. Camargo, T. e J. E. T. Mendes. — Em Viagem de estudos aos Países Cafeeiros das Américas do Sul e Central. Tip. Siqueira, São Paulo. 1941.
3. Camargo, T. e P. Vageler — Analyses de solos, I. Analyse Physica. *Bol. Inst. Agr. Est. São Paulo (Campinas)* 24: 1-78. 1936.



Sistema radicular de caleeiro na terra roxa misturada de Jaú.

4. Franco, C. M. e H. Godoi. — Chuvas e umidade relativa do ar em Campinas de 1890 a 1945. *Bragantia* 6:217-238. 1946.
5. Franco, C. M. e R. Inforzato. — O sistema radicular do cafeeiro nos principais tipos de solo do Estado de São Paulo, *Bragantia* 6:443-478. 1946.
6. Franco, C. M. e H. C. Mendes. — Água inativa de alguns tipos de solos do Estado de São Paulo. *Bragantia* 7:129-132. 1947.
7. Paiva Netto, J. E. e W. De Jorge. — Estudo preliminar do sistema água-solo-planta no Estado de São Paulo. *Bragantia* 7:133-148. 1947.