

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 21

Campinas, junho de 1962

N.º 31

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA IRRIGAÇÃO E DA RESTAURAÇÃO DE LAVOURA VELHA DE CAFÉ

II — RESULTADOS DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE PINDORAMA¹

RINO N. TOSELLO, *engenheiro-agrônomo, Seção de Irrigação*, JOÃO ALOISI SOBRI-NHO, *engenheiro-agrônomo, Estação Experimental de Pindorama*, GUILHERME A. P. CASTRO, *engenheiro-agrônomo, Seção de Plantas Fibrosas e* EDUARDO ABRAMIDES, *engenheiro-agrônomo, Seção de Técnica Experimental, Instituto Agrônô-mico*²

RESUMO

No presente trabalho são relatados os resultados de sete anos de um estudo feito sob a forma de ensaio de campo com a finalidade de verificar a possibilidade prática da restauração de lavoura velha de café, no Estado de São Paulo, mediante o emprego da irrigação associada a outras práticas culturais.

Foram estudados os efeitos da irrigação, inicialmente em diferentes dosagens, e os efeitos das combinações fatoriais de NPK (duas dosagens), presença e ausência de estêrco de curral, e presença e ausência de adubação verde intercalar, utilizando o delineamento de blocos ao acaso com canteiros subdivididos, com um total de 8 blocos, cada um com 8 tratamentos de 16 plantas, totalizando 2.856 árvores, inclusive as bordaduras, abrangendo a área total de 35.000 m².

A adubação química completa, parcelada, foi empregada como adubação básica, figurando a dosagem simples de NPK como testemunha; as adubações orgânicas foram testadas como complementares.

O ensaio foi instalado num dos melhores talhões de cafézal velho da variedade Bourbon Vermelho, plantado há mais de 30 anos, em terra de tipo arenito Bauru, desbravada de mato virgem, na Estação Experimental de Pindorama, do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo.

As análises da variância dos dados de produção revelaram que o efeito da irrigação foi significativo apenas na colheita de 1957, com um aumento de produção da ordem de 90%. Apesar do elevado aumento de produção, a significância estatística não ultrapassou o nível de 5%, devido a irregularidade das produções dos blocos.

¹ Recebido para publicação em 28 de março de 1962.

² Agradecimentos são devidos à Fundação Rockefeller, pela doação que permitiu adquirir o equipamento de irrigação utilizado no ensaio.

Mesmo com o aumento porcentual elevado que se pode obter em determinados anos, por efeito da irrigação, o alto custo do investimento inicial, operação e manutenção não permite recomendar a sua aplicação em bases econômicas.

Leguminosas, como cultura intercalar anual, resultaram prejudicial à produção, com um decréscimo médio de 13,3% significativo ao nível de 1%, contrariando a opinião geralmente aceita das vantagens de sua aplicação em cafézal.

Não houve, em nenhum dos anos, efeito significativo do emprêgo de estêrco, na dosagem de 20 litros/cova/ano, concluindo-se que, nas condições do experimento, seu emprêgo seria dispensável, confirmando resultados já relatados (17).

Em nenhum dos anos foi significativo o efeito da dosagem dupla em relação à dosagem simples de NPK, apesar de ter ocorrido aumento até da ordem de 15%, conforme se verificou na colheita de 1959.

O efeito médio da adubação em comparação com as testemunhas não adubadas foi altamente significativo, com um aumento de produção da ordem de 40%. Isso é atribuído à presença da adubação básica representada pela dosagem simples de NPK em todos os tratamentos, equivalentes à aplicação das seguintes quantidades médias de fertilizantes: 311 g de sulfato de amônio (20,5% N), 162 g de superfosfato de cálcio (20% de P_2O_5) e 145 de cloreto de potássio (60% K_2O).

Pelos preços de café, fertilizantes e custeio dos trabalhos agrícolas vigentes em 1960, o emprêgo da adubação nas proporções de N, P e K usados no ensaio, resultou numa margem razoável de lucro. Todavia, o aumento verificado nos preços dos fertilizantes em 1961, deixa dúvidas quanto à importância de seu resultado econômico.

A partir de 1956 o parcelamento da adubação mineral passou a ser feito em cobertura, a exemplo do Hawaii, em contraste com a prática então usual entre nós de enterrio dos adubos e caldeamento com a terra.

1 — INTRODUÇÃO

Devido ao equilíbrio estatístico praticamente alcançado entre produção e consumo de café no final da década de 1950, e em virtude da política de sustentação de preços defendida pelo Brasil, houve, como era natural, grande interêsse no mundo todo pelo aumento rápido da produção de café.

Sendo a grande maioria das lavouras do Estado de São Paulo constituída de cafeeiros velhos, era natural que maior soma de esforços fôsse orientada no sentido da recuperação de lavouras velhas de café.

Os métodos de restauração então preconizados podiam ser brevemente resumidos nos seguintes:

- a) levantamento das condições dos cafeeiros da cada talhão;

b) levantamento das produções anuais dos talhões, verificando quais eram deficitários — estes deveriam ser eliminados e novas lavouras formadas — enquanto que os não deficitários deveriam ser replantados, isto é, novos cafeeiros formados em substituição às falhas existentes e aos ruins;

c) melhor trato das lavouras, através da adubação racional, capinas oportunamente feitas e colheita mais cuidadosa;

d) as replantas e os novos plantios deveriam ser feitos com as variedades selecionadas;

e) as novas lavouras deveriam ser formadas em nível e a espaçamentos mais reduzidos, mais juntas nas linhas e mais distantes entre linhas;

f) o despoldamento aconselhado para assegurar melhor tipo, bebida mais fina e menores estragos à árvore;

g) a irrigação também aconselhada como prática de restauração e de formação de novas lavouras.

A partir de 1952, o desenvolvimento rápido que a irrigação por aspersão vinha alcançando, podia ser justificado pela forte seca que havia assolado os cafêzais na década anterior e pelos resultados favoráveis de um ensaio preliminar de irrigação realizado na Estação Experimental de Ribeirão Preto, que indicava um aumento de produção de 19 para 43 arrôbas por mil pés, em média de 7 anos (7).

Como a prática da adubação racional era ainda pouco comum e tinha por base a adubação orgânica, julgou-se conveniente a instalação de ensaios bem planejados em lavouras velhas tidas como recuperáveis, para verificar os efeitos da irrigação pela aspersão consorciada a outras práticas culturais, dando-se relêvo à adubação mineral completa, parcelada, que figurou como a adubação básica, presente em todos os tratamentos, sendo a orgânica e verde testadas como complementares.

O equipamento de irrigação utilizado para o ensaio foi adquirido através de uma doação da Fundação Rockefeller³, à qual se deve uma citação especial pelo auxílio prestado.

³ Doação de US\$ 15.000 que permitiu adquirir alguns aparelhamentos de laboratório e de campo e os conjuntos de irrigação utilizados nos ensaios de Pindorama e Ribeirão Preto.

No presente trabalho são apresentados os resultados do ensaio de irrigação e restauração de lavoura velha de café instalado na Estação Experimental de Pindorama, abrangendo o período de 1953/54 a 1959/60.

2 — MATERIAL E MÉTODO

2.1 — CONDIÇÃO DO TALHÃO

O ensaio foi instalado na melhor parte do talhão dos "40" da Estação Experimental de Pindorama, onde os cafeeiros haviam sido plantados há cerca de 35 anos com a melhor variedade da época, *Coffea arabica* L. var. *bourbon* (B. Rodr.) Choussy, com o espaçamento usual de 16 palmos (cêrca de 3,50 m), em quadrado, em covas abertas em terra de derrubada de mata virgem e sementeação direta na cova, formando-se em cada cova um grupo de plantas (geralmente 5 a 8) e que constitui a unidade cafeeira da prática.

Como preparo para a instalação do ensaio foi o talhão replantado onde havia falhas e pés ruins, tendo-se procedido também a uma limpeza de galhos sêcos e defeituosos.

Pelo protocolo feito em 27 de julho de 1954, a condição dos canteiros do ensaio era a seguinte:

CLASSES DE PLANTAS	Freqüência	Porcentagem
Falhas	6	0,6
Plantas péssimas	11	1,1
Plantas ruins	76	7,4
Plantas regulares	318	31,1
Plantas boas	613	59,8

Verifica-se que as plantas boas perfaziam quase 60% do total, enquanto que o número de falhas e de plantas péssimas e ruins não atingia 10%, conferindo ao talhão condição satisfatória em relação ao estado das plantas.

2.2 — CONDIÇÃO DO SOLO

O solo onde foi instalado o ensaio pertence à série agro-geológica do arenito *Bauru*, originária da decomposição de arenitos metamor-

QUADRO 1. — Dados médios das propriedades químicas de quatro perfis de solo do local do ensaio de irrigação e restauração de café da Estação Experimental de Pindorama, segundo análise da Seção de Agrogeologia do Instituto Agronômico.

Camada de solo — cm	Acidez	C / N	Teor total		Teor trocável ¹					Teor solúvel ¹			Índice de saturação
			N	C	Ca++	Mg++	K+	Al+++	H+	S	PO ₄ ---	Mn++	
0-20	pH		%	e. mg	e. mg	e. mg	e. mg	e. mg	e. mg	e. mg	e. mg	e. mg	%
	6,28	9,14	0,64	0,07	2,29	0,57	0,39	—	4,3	3,25	0,53	0,250	43,0
20-50	6,41	8,00	0,40	0,05	2,11	0,32	0,21	—	3,3	2,64	0,16	0,143	44,4
50-80	6,44	8,40	0,42	0,05	3,45	0,55	0,25	—	4,0	4,25	0,10	0,082	51,5

1 Em equivalente miligrama por 100 g de terra fina seca ao ar (e. mg).

QUADRO 2. — Dados médios de propriedades físicas de quatro perfis de solo do local do ensaio de irrigação e restauração de café da Estação Experimental de Pindorama.

Camada de solo — cm	Análise mecânica ¹		Massa específica		Umidade		Água disponível			Porosidade			
	Areia grossa	Limo	Argila	Real ¹	Aparente	Capac. campo	Murchamento	Pêso	Volume	Altura	Total	Macro	Micro
0-20	%	%	%	g/ml	g/ml	%	%	%	%	mm	%	%	%
	52,0	42,1	5,9	2,60	1,37	14,4	4,3	10,1	13,8	27,6	47,3	27,6	19,7
20-50	49,4	43,4	7,2	2,64	1,41	15,1	5,9	9,2	12,9	38,7	46,6	25,3	21,3
50-80	42,1	40,8	17,1	2,65	1,42	18,7	10,0	8,7	12,4	37,2	46,4	19,8	26,6

1 Determinações feitas pela Seção de Agrogeologia do Instituto Agronômico.

fisados provenientes de sedimentos flúvio lacustres, com propriedades físico-químicas representativas da fase *superior* dessa grande série de solos do Estado de São Paulo.

No quadro 1 são apresentados os dados de análise química procedida pela Seção de Agrogeologia do Instituto Agrônomo, e no quadro 2 os de análise física, sendo que aqueles de composição granulométrica e de massa específica real foram também determinados por aquela Seção. As características de umidade do solo, importantes à irrigação, e que dependiam de determinações de campo, como por exemplo a capacidade de campo, para o que não havia ainda método padronizado, foram obtidas pela Seção de Irrigação do Instituto Agrônomo. A umidade de murchamento foi determinada diretamente pelo balanço de água do solo, através de amostragens periódicas e pelo método de Richards (13). Os valores da altura de água disponível foram calculados pela fórmula (17):

$$h = (U_c - U_a) \cdot \rho_a \cdot H / 10$$

a porosidade total calculada pela fórmula:

$$p = (1 - \rho_a / \rho_v) \cdot 100$$

Devido aos valores relativamente elevados de massa específica aparente, a porosidade total cai abaixo de 50% que, segundo Baver (1), é o limite inferior para manter as boas propriedades físicas do solo. Até 50 cm de profundidade as boas propriedades físicas são no entanto mantidas pela maior proporção de macroporos em relação à de microporos. Abaixo de 50 cm a situação piora sensivelmente, devido ao aumento da proporção de microporos em detrimento da de macroporos, passando esta a representar apenas 43% da porosidade total, isso provavelmente devido ao aumento que se verifica no teor de argila.

A água disponível, ao longo da camada de 80 cm, alcança o valor médio de 1,29 milímetro/centímetro de profundidade de solo, cêrca de 30% maior do que o valor encontrado no local de ensaio semelhante instalado na Estação Experimental de Ribeirão Preto, em formação de terra-rôxa-legítima (17).

No entanto, essa vantagem na prática é contrabalançada não somente pelas propriedades físicas inferiores em relação às da terra-rôxa, que afeta o desenvolvimento do sistema radicular, conforme se infere de trabalho de Franco e Inforzato (3), como pela maior po-

breza absoluta de bases trocáveis nas primeiras camadas, mesmo apresentando índices de saturação mais elevados.

Outras características importantes desta série de solos são o teor baixo de carbono, que alcançou apenas 0,5 g/100 g de terra fina seca ao ar, com uma relação C/N da ordem de 8-9 e o baixo teor de PO_4^{--} que parece acompanhar em ordem inversa o de Ca^{++} .

Somando-se os teores de bases trocáveis aos de H^+ , obtém-se o teor total de capacidade de troca, que chega a ser, no máximo, de 8 equivalente-miligramas, valor considerado típico de solos laterizados.

Apesar da pobreza aparente do solo, a exuberância da vegetação que se observa nas culturas anuais e no mato intercalar sugere ser esta série de solos também particularmente sensível aos melhoramentos de adubação. Mais detalhes sobre as características desta série de solos são encontradas em trabalho de Paiva Netto (10).

2.3 — DELINEAMENTO

O esquema detalhado do ensaio, apresentado na figura 1, mostra que o delineamento usado foi o de blocos ao acaso, subdivididos com fatorial 2^3 , num total de 8 blocos, cada um com 8 canteiros de 16 plantas úteis, totalizando 128 árvores por bloco e 1.024 plantas úteis no ensaio. Adicionando as 103 bordaduras de cada bloco, dá um total de 1.848 árvores, sem contar as bordaduras entre blocos, que perfazem outras 1.008, com um total geral de 2.856 plantas ocupando a área aproximada de 35.000 m².

2.3.1 — TRATAMENTOS DE IRRIGAÇÃO

Os tratamentos de irrigação dos grandes canteiros, com duas repetições cada, foram, nos anos de 1953 e 1954, os seguintes:

- i_0 — testemunha sem irrigação
- i_1 — irrigado a partir de julho, com 25 mm cada 3 semanas
- i_2 — irrigado a partir de julho, com 50 mm cada 3 semanas
- i_3 — irrigado a partir de agosto, com 50 mm cada 3 semanas

Tendo a colheita dos anos de 1954 e 1955 revelado que os blocos sem irrigação apresentavam produções consistentemente mais elevadas do que os irrigados, as seguintes hipóteses foram formuladas: 1) as irrigações prejudicavam a produção; 2) havia um componente de fertilidade que prejudicava os blocos irrigados; 3) havia desigualdade

inicial na capacidade produtiva dos blocos, beneficiando os blocos não irrigados.

A primeira hipótese foi imediatamente posta de lado por não estar de acôrdo com os princípios de fisiologia vegetal.

A segunda podia verificar-se, porém, analisando melhor a disposição dos blocos no campo, observou-se que o ensaio estava igualmente subdividido em dois talhões contíguos, separados por um pequeno carregador. As colheitas dêsses talhões nunca foram feitas separadamente, pois eram considerados na Estação como partes do mesmo talhão. Acresce notar que o protocolo realizado em 1954 demonstrou haver diferenças sensíveis no aspecto das plantas. Porém a análise física e química dos perfis de solo nada mostrou que justificasse as diferenças observadas na produção.

Dessa forma parecia justificar-se a terceira hipótese, isto é, que as diferenças existiam em razão da diferente capacidade produtiva dos blocos, já inicialmente existente e não corrigida pelo sorteio ao acaso pela insuficiência do número de repetições.

Considerando a necessidade de modificar as bases do ensaio e a dificuldade prática de manter sob contrôle tratamentos fixos de irrigação, decidiu-se reduzir os tratamentos principais a apenas dois, adotando-se a técnica experimental do ressorteio balanceado.

Assim, a partir de 1955, os tratamentos de irrigação passaram a ser os seguintes:

i_0 — testemunha sem irrigação

i_1 — irrigado quando cêrca de 50 milímetros de água disponível tivessem sido consumidos do solo até à profundidade de 80 cm

2.3.2 — TRATAMENTOS DE ADUBAÇÃO

Os tratamentos dos canteiros, na forma fatorial de 2^3 , com sorteio ao acaso em cada bloco, durante todo o correr do ensaio, foram os seguintes:

(1) — — — dosagem simples de NPK

e — — — dosagem simples de NPK + matéria orgânica

eA — — — dosagem simples de NPK + matéria orgânica + adubação verde anual intercalar

- A — — — dosagem simples de NPK + adubação verde anual intercalar
- (NPK) — — dosagem dupla de NPK
- (NPK)_e — dosagem dupla de NPK + matéria orgânica
- (NPK)_{eA} — dosagem dupla de NPK + matéria orgânica + adubação verde anual intercalar
- (NPK)_A — dosagem dupla de NPK + adubação verde anual intercalar

Como se observa, os tratamentos de adubação foram escolhidos de forma a ter a adubação química completa como básica, enquanto que as adubações orgânica e verde eram testadas como complementares.

As dosagens de NPK, inicialmente empregadas, foram as seguintes, em grama por cafeeiro e por ano:

FERTILIZANTES	<i>Simples</i>	<i>Dupla</i>
Sulfato de amônio (20,5% de N)	165 g	330 g
Farinha de ossos (28% de P ₂ O ₅)	100 g	200 g
Cloreto de potássio (60% de K ₂ O)	100 g	200 g

A matéria orgânica foi sempre aplicada na base de 20 litros (cêrca de 12 kg) de estêrco de curral curtido em mangueirão coberto, por cafeeiro e por ano.

A dose simples de NPK foi, na época, a normalmente indicada pela Seção de Café do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, para a manutenção e restauração de cafêzais velhos; a dose dupla foi incluída na suposição de que a irrigação fôsse possivelmente dobrar as colheitas.

As rápidas transformações havidas no mercado mundial de café, em decorrência da superprodução que se avolumava progressivamente, e à luz dos novos conhecimentos práticos de adubação, tornaram evidente a necessidade da intensificação e reformulação das adubações químicas, a fim de elevar as produções a níveis mais econômicos. Tomando-se por base o exemplo do Hawaii, onde dosagens maciças de adubação mineral eram empregadas com êxito (5, 14), e resultados

preliminares de ensaio de adubação de café em andamento no Instituto Agrônomo e posteriormente publicados (4), as dosagens de 1956 a 1958 passaram a ser as seguintes em gramas de fertilizantes por cafeeiro e por ano ⁴.

FERTILIZANTES	<i>Simple</i> s	<i>Dupla</i>
Sulfato de amônio (20,5% de N)	500 g	1000 g
Superfosfato simples (20% de P ₂ O ₅)	250 g	500 g
Cloreto de potássio (60% de K ₂ O)	250 g	500 g

Com o aumento das dosagens tornou-se evidente que também a forma de aplicação dos adubos deveria acompanhar os progressos alcançados alhures. Assim, os parcelamentos que eram em número de três passaram a quatro, conforme está indicado no quadro 3, onde são mostradas as datas de tôdas as adubações minerais e orgânicas feitas.

QUADRO 3. — Datas das aplicações dos adubos minerais e orgânicos¹ feitas no ensaio de irrigação e restauração de lavoura velha de café, da Estação Experimental de Pindorama

Ano agrícola	Adubos aplicados	Parcelamento			
		Primeiro	Segundo	Terceiro	Quarto
1953-1954 ...	N	26 set.	—	—	—
	PK	26 set.	—	—	—
	e	19 set.	—	—	—
1954-1955 ...	N	24 jul.	27 out.	14 fev.	—
	PK	—	27 out.	—	—
	e	—	23 out.	—	—
1955-1956 ...	N	18 out.	23 fev.	27 jun.	—
	PK	18 out.	—	—	—
	e	18 out.	—	—	—
1956-1957 ...	NPK	13 ago.	26 out.	25 dez.	4 mar.
	e	26 nov.	—	—	—
1957-1958 ...	NPK	30 jun.	30 out.	30 dez.	8 mar.
	e	30 out.	—	—	—
1958-1959 ...	NPK	26 jul.	15 out.	17 dez.	4 mar.
	e	—	15 out.	—	—
1959-1960 ...	NPK	12 jun	12 set.	15 nov.	—
	e	—	—	15 nov.	—

¹ Os significados dos símbolos são: N = adubo nitrogenado; PK = adubo fosfatado + adubo potássico, aplicados juntos; e = estêrco; NPK = adubos minerais aplicados conjuntamente em cobertura.

⁴ Posteriormente as dosagens foram reduzidas à metade.

A aplicação da adubação orgânica foi sempre feita em enterrio, em sulco, na projeção externa da saia, mudando-se a posição do sulco cada ano, ao redor da planta, prática essa considerada padrão da zona, recomendada na época e em uso na Estação Experimental.

A aplicação do cloreto de potássio e da farinha de ossos, nos anos de 1953/54 e 1954/55 foi feita também em enterrio, em mistura ou não com o estêrco, conforme o tratamento, seguindo-se as recomendações da época. Planejou-se aplicar o adubo nitrogenado em três parcelamentos iguais, na projeção da saia, sempre em cobertura, tomando-se por base os meses de outubro, janeiro e março, porém a falta de adubo na Estação Experimental, na ocasião oportuna, resultou em certa alteração do esquema previamente escolhido.

A partir de 1956, seguindo o exemplo do Hawaii, todos os fertilizantes minerais passaram a ser aplicados conjuntamente em cobertura, em quatro parcelamentos, substituindo-se a farinha de ossos pelo superfosfato simples, que é solúvel em água, e se tomando por base os meses de outubro, dezembro, março e junho ou logo após a colheita.

As numerosas vantagens práticas advindas dessa maneira de aplicar os adubos fizeram com que o seu uso rapidamente se difundisse, generalizando-se o seu emprêgo no Estado de São Paulo.

Também a partir dessa época, a fim de evidenciar o efeito das adubações maciças em cobertura, passaram a ser colhidas as bordaduras, mantidas sem adubação, dos canteiros, possibilitando a comparação da média de produção de canteiros adubados com a das bordaduras não adubadas.

As adubações verdes intercalares foram feitas alguns anos com *Crotalaria juncea* e outros com feijão-de-porco, a alternância sendo necessária devido à suscetibilidade da primeira à "murcha".

As sementes de leguminosa, em alguns anos, por ocasião do plantio, foram inoculadas com as culturas de *Rhizobium sp.* fornecidas pela Seção de Tecnologia do Instituto Agrônômico, seguindo-se a técnica cujos detalhes são dados em trabalho de Silva (15).

Nos anos de 1953/54 e 1954/55 adotou-se a técnica de dois cortes na Crotalária, para maior produção de massa, prática que foi posteriormente suspensa em virtude de concorrência prejudicial que parecia se manifestar por ocasião do segundo corte, em época que os frutos de café, já grandes, aumentavam as exigências da planta, conforme se infere de trabalho de Moraes(9).

As datas de semeadura e corte das leguminosas são indicadas no quadro 4.

QUADRO 4. — Datas de sementeação e cortes do adubo verde intercalar plantado no ensaio de irrigação e restauração de café da Estação Experimental de Pindorama

Adubo verde e ano agrícola	Datas das operações		
	Sementeação	1.º Corte	2.º Corte
<i>C. juncea</i> — 1953/54 * ...	23 out. 1953	19 dez. 1953	23 mar. 1954
<i>C. juncea</i> — 1954/55 * ...	27 out. 1954	13 jan. 1955	25 mar. 1955
<i>C. juncea</i> — 1955/56	18 out. 1955	12 jan. 1956	—
F. de porco — 1956/57 * ...	26 nov. 1956	4 fev. 1957	—
F. de porco — 1957/58 * ...	31 out. 1957	11 jan. 1958	—
F. de porco — 1958/59	15 out. 1958	18 dez. 1958	—
F. de porco — 1959/60	29 out. 1959	12 jan. 1960	—

* Ano em que houve inoculação das sementes.

2.4 — CONTRÔLE DAS IRRIGAÇÕES

2.4.1 — CRITÉRIO ADOTADO

Nos anos de 1953 a 1954 verificou-se que as dificuldades práticas de manter sob contrôles tratamentos fixos de irrigação, sobretudo ocasionadas pelas irregularidades climáticas, somente poderiam ser eliminadas através do balanço de água do solo, que em tais condições se afigurava como o único meio de controlar racionalmente as irrigações. A aplicação desse método demandava o conhecimento das características físicas do solo de importância à irrigação e o limite inferior de umidade que poderia ser atingido numa certa camada representativa do solo para que a irrigação fôsse iniciada.

Nesse sentido o estudo dos dados de umidade do solo acumulados durante esses dois anos permitiam estabelecer que 45-55 milímetros de água disponível poderiam ser evapotranspirados da camada de 0-80 cm de solo sem danos evidentes demonstrados pelos cafeeiros, aliás, de acordo com o trabalho de Franco e Inforzato (2).

Assim, a partir de 1955, com o ressorteio balanceado dos caniveiros foi iniciado o controle das irrigações com base nas determinações de umidade e da água disponível consumida, adotando-se o critério de irrigar quando fôsses consumidos cerca de 50 milímetros de água daquela camada de solo, com aplicações brutas da ordem de 70 milímetros, considerando ser a eficiência de aplicação de água da ordem de 70%, conforme indicavam resultados experimentais obtidos em Campinas, na Estação Experimental "Dr. Theodureto de Camargo" (16).

Desvios desse critério ocorreram algumas vezes por razões imperiosas, como necessidade de conserto das moto-bombas e também dificuldades ocasionadas com o suprimento de gasolina.

A ocorrência de chuva determinava o adiamento ou a paralisação da irrigação, sendo esta reiniciada logo após, para complementar a quantidade de água que porventura faltasse, computando-se sempre a precipitação como irrigação natural com 100% de eficiência.

2.4.2 —AMOSTRAGEM DO SOLO

As amostras de solo foram obtidas com o amostrador tubular de percussão tipo King, aperfeiçoado por Veihmeyer, com pequenas alterações introduzidas para adaptá-lo melhor às condições do solo do ensaio.

Inicialmente, em 1953 e 1954, foram coletadas amostras até 1,50 m de profundidade a intervalos de 30 cm, em cada canteiro dos blocos irrigados e testemunhas, quinzenalmente. Dificuldades com o funcionamento da estufa, em parte devido ao precário suprimento de energia elétrica, determinaram redução no volume de amostragens, as quais passaram a ser feitas até à profundidade de 0,90 m em blocos selecionados.

Nos anos de 1955 até 1958 as amostragens foram feitas em número suficiente apenas para o controle das irrigações, sendo que uma ou outra irrigação foi feita com base no controle de evapotranspiração mantido no ensaio, segundo o método de Thornthwaite, em virtude de interrupção no funcionamento da estufa para mudança de tipo e sua adaptação às condições de suprimento de energia elétrica da Estação.

Em 1959 e parte de 1960 foi realizado minucioso trabalho de balanço de água do solo, com coleta de amostras semanais até a profundidade de 0,80 m, em blocos selecionados, para a verificação do consumo de água e correlação com fatores climáticos e fórmulas de evapotranspiração.

O método de amostragem empregado consistiu em coletar às profundidades de 0-20, 20-50 e 50-80 cm, em cada canteiro de um bloco irrigado e outro não irrigado, junto à projeção da copa do cafeeiro escolhido ao acaso, uma amostra média de terra da camada. Usando

como recipientes latas de tara constante, coletaram-se ao todo
 $3 \times 8 \times 2 = 48$ amostras, que eram levadas ao laboratório, reduzidas ao mesmo pêso úmido e colocadas na estufa onde permaneciam cêrca de 14 horas, tempo suficiente para que atingissem constância de pêso. Eram então pesadas, entrando-se com o valor do pêso sêco (tara + solo sêco) numa tabela que dava diretamente o teor de umidade.

2.4.3 — APLICAÇÃO DE ÁGUA

Conforme está mostrado no esquema apresentado na figura 1, cada bloco era irrigado em duas posições sucessivas de uma linha lateral que continha 4 aspersores em operação simultânea. Cada aspersor ocupava o centro aproximado de um canteiro, distanciado entre si cêrca de 17,60 m nas linhas \times 17,60 m entre linhas. Êsse espaçamento é o adequado para o aspersor empregado, tipo Rainbird n.º 70, com bocais de $1/4 \times 7/32''$, rotativo, auto lubrificado e dispensando regulagem dos jatos de água (6).

Para o contrôle da quantidade de água aplicada foi construído um ábaco próprio para o tipo de aspersor utilizado, o qual permitia conhecer a intensidade da precipitação horária em função do espaçamento e da pressão manométrica lida num manômetro estrategicamente disposto ao longo da linha lateral.

A fim de facilitar a computação do tempo de operação, também foi construído um nomograma de linhas paralelas em função da quantidade total a ser aplicada e da intensidade da precipitação horária, evitando assim a necessidade de fazer novas operações aritméticas cada vez que houvesse variação na pressão de funcionamento dos aspersores, seja devido a alterações propositais feitas para atenuar a interferência do vento ou para apressar as irrigações.

Parte das irrigações foram obrigatòriamente feitas também durante a noite para reduzir o intervalo de tempo decorrido na irrigação do primeiro ao último dos blocos irrigados.

2.5 — TRATOS CULTURAIS

Os seguintes tratos culturais foram normalmente feitos na lavoura de café: a) replanta; b) capinas manuais a enxada, quando

necessárias e de acôrdo com as possibilidades práticas; *c*) adubações conforme o esquema já apresentado; *d*) limpeza de galhos sêcos, ocasionalmente feita; *e*) arruações e esparramações, respectivamente antes e após as colheitas, conforme a prática usada na Estação Experimental.

2.6 — COLHEITA

A colheita do café da árvore foi sempre feita no pano, derrubando-se os frutos com os dedos, sôbre panos de colheita estendido debaixo dos pés.

O café colhido era levado para o terreiro e submetido ao processo de seca natural, obtendo-se então o pêso do café em côco, que é o café sêco com casca ou palha.

Após a colheita do café da árvore era feita a do café caído ao chão, operação conhecida na prática por "varrição", separando-se então os grãos de parte das impurezas, em peneira de malha grossa e pelo processo de abanação. A "varrição" era levada ao terreiro, lavada para eliminação do restante das impurezas e deixada secar ao sol para obtenção do pêso de café em côco.

Após a obtenção do pêso de café em côco, os cafés provenientes do pano e da varrição eram misturados, e uma amostra representativa de 2 kg obtida para a determinação do rendimento em kg de café beneficiado, expressando-se o resultado em rendimento por kg de café em côco.

Os resultados das colheitas feitas eram adicionados e são os que figuram nos quadros de produção apresentados.

A época da colheita era por norma ditada pelo estado de amadurecimento dos frutos, porém, chuvas na ocasião dos trabalhos de preparação chegaram a atrasar, em alguns anos, o início da colheita.

3 — RESULTADOS

Colheita de 1954 — Os dados de produção correspondentes ao ano agrícola de 1953/54 são apresentados no quadro 5.

QUADRO 5. — Produção em quilogramas de café em côco por canteiro de 16 plantas, do ensaio de irrigação e restauração de café da Estação Experimental de Pindorama. Colheita de 1954¹

Tratamentos	i_1		i_2		i_3		i_0	
	D11	D12	D21	D22	E21	E22	T 1	T 2
(J)	43,5	36,4	35,7	45,0	62,2	32,1	57,2	41,0
e	31,8	51,5	40,2	33,1	59,0	37,7	61,7	25,2
A	34,6	33,9	48,7	32,0	60,0	28,8	48,2	48,5
eA	33,3	43,2	33,6	39,5	42,9	33,6	42,6	44,5
(NPK)	45,3	42,2	34,4	54,8	51,6	23,9	52,8	49,4
(NPK)e	33,7	46,0	28,2	28,9	55,7	19,6	55,9	45,4
(NPK)A	27,9	38,2	36,2	33,1	31,2	21,7	30,4	46,7
(NPK)eA	38,2	41,3	36,3	22,6	40,3	26,4	29,7	31,9

$m_1 = 1341,2$	$e_0 = 1307,6$	$A_0 = 1361,1$	$i_0 = 711,1$
$m_2 = 1199,9$	$e_1 = 1233,5$	$A_1 = 1180,0$	$i_1 = 621,0$
			$i_2 = 582,3$
			$i_3 = 626,7$

1 O significado dos símbolos empregados é o seguinte: m_1 e m_2 , respectivamente, soma dos tratamentos que levaram a dosagem básica e dupla de NPK; e_0 e e_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com estêrco; A_0 e A_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com adubação verde intercalar; i_1 , i_2 , i_3 e i_0 , respectivamente, a soma dos tratamentos de irrigação descritos no capítulo 2.3.1.

A análise da variância neste primeiro ano de ensaio revela efeito não significativo da irrigação, apesar de ter ocorrido uma diminuição de produção de cerca de 14% na média dos blocos irrigados em relação aos não irrigados; também não houve efeito significativo nos tratamentos irrigados, entre si.

Houve significância ao nível de 5% no efeito de NPK, com aumento de produção da ordem de 11% em relação à dosagem simples; o efeito do adubo verde também foi significativo ao nível de 5%, verificando-se uma diminuição de produção da ordem de 13%; não houve significância no efeito de estêrco, apesar de ter ocorrido um aumento de produção da ordem de 6%.

Colheita de 1955 — Os dados de produção correspondentes ao ano agrícola de 1954/55 são apresentados no quadro 6.

QUADRO 6. — Produção em quilogramas de café em côco por canteiro de 16 plantas, do ensaio de irrigação e restauração de café da Estação Experimental de Pindorama. Colheita de 1955¹

Tratamentos	i_1		i_2		i_3		i_0	
	D11	D12	D21	D22	E21	E22	T 1	T 2
(I)	35,3	27,6	32,2	43,9	22,6	27,2	38,8	57,2
e	33,8	16,8	20,4	48,7	31,5	19,7	36,2	50,7
A	28,9	12,7	19,8	25,1	28,2	23,8	22,3	38,9
eA	17,5	22,9	16,4	47,5	12,8	21,1	22,2	12,7
(NPK)	25,2	23,5	25,2	44,6	44,6	27,2	36,5	51,1
(NPK)e	31,4	18,7	19,0	30,8	29,2	24,6	30,2	25,5
(NPK)A	20,8	29,6	24,0	32,9	10,6	23,2	17,4	47,7
(NPK)eA	18,2	13,4	21,4	15,1	33,9	19,4	18,2	53,7

$m_1 = 915,4$	$e_0 = 968,6$	$A_0 = 1029,9$	$i_0 = 559,3$
$m_2 = 886,8$	$e_1 = 833,6$	$A_1 = 772,3$	$i_1 = 376,3$
			$i_2 = 467,0$
			$i_3 = 399,6$

1 O significado dos símbolos empregados é o seguinte: m_1 e m_2 , respectivamente, soma dos tratamentos que levaram a dosagem básica e dupla de NPK; e_0 e e_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com estêrco; A_0 e A_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com adubação verde intercalar; i_1 , i_2 , i_3 e i_0 , respectivamente, a soma dos tratamentos de irrigação descritos no capítulo 2.3.1.

A análise da variância correspondente aos dados apresentados no quadro 6 revelou efeito não significativo da irrigação, ocorrendo uma redução de produção da ordem de 26% em relação à média dos tratamentos irrigados; também não houve diferença significativa entre os tratamentos irrigados.

Entre os tratamentos de adubação, o único efeito significativo, ao nível de 1%, foi o da presença da adubação verde, que provocou uma redução na produção da ordem de 25%.

Colheita do biênio 1954/55 — Os dados de produção correspondentes à reunião dos anos agrícolas de 1953/54 e 1954/55 são apresentados no quadro 7.

QUADRO 7. — Produção de 2 anos em quilogramas de café em côco, por canteiro de 16 plantas, do ensaio de irrigação e restauração de café da Estação Experimental de Pindorama. Colheitas de 1954 e 1955¹

Tratamentos	i_1		i_2		i_3		i_0	
	D11	D12	D21	D22	E21	E22	T 1	T 2
(I)	78,8	64,0	67,9	88,9	84,8	59,3	96,0	98,2
e	65,6	68,3	60,6	81,8	90,5	57,4	97,9	75,9
A	63,5	46,6	68,5	57,1	88,2	52,6	70,5	87,4
eA	50,8	66,1	50,0	87,0	55,7	54,7	64,8	57,2
(NPK)	70,5	65,7	59,6	99,4	96,2	51,1	89,3	100,5
(NPK) e	65,1	64,7	47,2	59,7	84,9	44,6	86,1	70,9
(NPK) A	48,7	67,8	60,2	66,0	41,8	44,9	47,8	94,4
(NPK) eA	56,4	54,7	57,7	33,7	74,2	45,8	47,9	85,6
$m_1 = 2256,6$	$e_0 = 2276,2$		$A_0 = 2391,0$		$i_0 = 1270,4$		$i_1 = 997,3$	
$m_2 = 2086,7$	$e_1 = 2067,1$		$A_1 = 1952,3$		$i_2 = 1049,3$		$i_3 = 1026,3$	

1 O significado dos símbolos empregados é o seguinte: m_1 e m_2 , respectivamente, soma dos tratamentos que levaram a dosagem básica e dupla de NPK; e_0 e e_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com estêrco; A_0 e A_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com adubação verde intercalar; i_1 , i_2 , i_3 e i_0 , respectivamente, a soma dos tratamentos de irrigação descritos no capítulo 2.3.1.

QUADRO 8. — Análise da variância dos dados de produção de café do biênio 1954/55, apresentados no quadro 7.

F. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
E. tratamento (irrig.)	3	2.923,87	974,62	1,06
Irrig. x não irrigado	1	2.838,99	2.838,99	3,10
25 x 50 mm	1	68,34	68,34	—
50J x 50A	1	16,53	16,53	—
Resíduo (a)	4	3.665,55	916,39	—
E. Adubos	7	4.461,16	637,31	3,34*
(NPK)	1	451,03	451,03	2,37
E	1	683,17	683,17	3,59
(NPK x E)	1	17,12	17,12	—
A	1	3.007,15	3.007,15	15,78**
(NPK) x A	1	1,08	1,08	—
E x A	1	125,72	125,72	—
(NPK) x E x A	1	175,89	175,89	—
Ad. x Trat.	21	1.837,40	87,50	—
Resíduo (b)	28	5.335,79	190,56	—
Total	63	18.223,77	—	—

A análise da variância do biênio 1954/55, que é apresentada no quadro 8, revela ser altamente significativo apenas o efeito de A , que se refere à presença do adubo verde, ocasionando uma redução média da produção da ordem de 18%.

O decréscimo de produção da média dos tratamentos irrigados em relação aos não irrigados, que atingiu cerca de 19%, também não foi significativo em virtude dos resultados parciais anteriores.

Não houve efeito significativo da presença de estêrco e nem da dosagem adicional de NPK.

Os coeficientes de variação foram, respectivamente, de 55,8% para os tratamentos de irrigação, de 20,3% para os de adubação e de 74,9 para *anos*, êste devido ao fenômeno fisiológico de interação bialenal que normalmente afeta as produções de café.

Colheita de 1956 — Os dados de produção correspondentes ao ano agrícola de 1955/56 são apresentados no quadro 9.

QUADRO 9. — Produção em quilogramas de café em côco, por canteiro de 16 plantas, do ensaio de irrigação e restauração de café da Estação Experimental de Pindorama. Colheita de 1956¹

Tratamentos	i_1				i_0			
	2	6	7	8	1	3	4	5
(I)	29,0	23,9	19,0	28,5	40,2	14,8	15,6	44,1
<i>e</i>	17,5	18,3	26,8	21,8	43,2	22,6	33,4	49,7
<i>A</i>	41,5	17,1	26,2	29,6	39,2	23,0	21,1	29,8
<i>eA</i>	31,5	26,2	35,9	34,5	24,0	18,4	29,6	26,4
(NPK)	42,1	29,2	15,1	34,0	38,3	15,7	28,8	35,0
(NPK) <i>e</i>	36,7	16,6	21,5	21,2	42,9	15,9	26,4	42,5
(NPK) <i>A</i>	45,4	26,6	26,2	23,1	18,8	20,8	26,6	18,5
(NPK) <i>eA</i>	35,0	16,9	27,4	35,3	35,1	19,9	23,8	20,3

$$m_1 = 902,4 \quad A_0 = 910,3 \quad e_0 = 886,8 \quad i_0 = 904,4$$

$$m_2 = 881,6 \quad A_1 = 873,7 \quad e_1 = 897,2 \quad i_1 = 879,6$$

¹ O significado dos símbolos empregados é o seguinte: m_1 e m_2 , respectivamente, soma dos tratamentos que levaram a dosagem básica e dupla de NPK; e_0 e e_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com estêrco; A_0 e A_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com adubação verde intercalar; i_0 e i_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com irrigação.

A análise da variância referente aos dados apresentados no quadro 9 revela que nenhum dos tratamentos, quer de irrigação ou de adubação, apresentou efeito significativo. O único efeito significativo ao nível de 5% foi o da interação Irrigação x Adubação.

Colheita de 1957 — Os dados de produção correspondentes ao ano agrícola de 1956/57 são apresentados no quadro 10.

QUADRO 10. — Produção em quilogramas de café em côco, por canteiro de 16 plantas, do ensaio de irrigação e restauração de café da Estação Experimental de Pindorama. Colheita de 1957¹

Tratamentos	i_1				i_0			
	2	6	7	8	1	3	4	5
(I)	59,4	51,4	35,3	31,1	17,4	32,4	20,6	22,0
e	63,2	61,8	32,0	31,8	19,9	12,6	5,7	25,5
A	30,4	27,2	35,0	19,6	20,2	14,3	7,2	16,0
eA	9,5	66,2	26,2	10,7	8,8	12,4	17,2	20,8
(NPK)	47,3	61,3	34,9	21,4	36,5	23,5	19,0	35,9
(NPK)e	18,8	41,7	40,6	32,5	21,1	17,2	14,6	22,1
(NPK)A	41,9	36,7	31,4	21,5	8,5	27,4	17,9	16,8
(NPK)eA	56,5	22,2	27,7	11,7	29,4	19,9	10,4	14,1
$m_1 = 863,8$	$e_0 = 921,4$		$A_0 = 1010,5$		$i_0 = 607,3$			
$m_2 = 882,4$	$e_1 = 824,8$		$A_1 = 735,7$		$i_1 = 1138,9$			

1 O significado dos símbolos empregados é o seguinte: m_1 e m_2 , respectivamente, soma dos tratamentos que levaram a dosagem básica e dupla de NPK; e_0 e e_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com estêrco; A_0 e A_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com adubação verde intercalar; i_0 e i_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com irrigação.

A análise da variância correspondente aos dados do quadro 10 revelou efeito significativo da irrigação ao nível de 5%, ocorrendo um aumento de produção da ordem de 88%.

Com relação aos tratamentos de adubação houve efeito altamente significativo do adubo verde, ocorrendo uma diminuição da produção da ordem de 21%.

Não houve efeito significativo do estêrco, apesar de ter ocorrido uma diminuição de produção de cerca de 11% em presença desse tratamento.

A dosagem adicional de NPK também não produziu efeito significativo, ocorrendo um modesto aumento de produção de apenas 2,2%.

Colheita de 1958 — Os dados de produção correspondentes ao ano agrícola de 1957/58 são apresentados no quadro 11.

QUADRO 11. — Produção em quilogramas de café em côco, por canteiro de 16 plantas, do ensaio de irrigação e restauração de café da Estação Experimental de Pindorama. Colheita de 1958¹

Tratamentos	i_1				i_0			
	2	6	7	8	1	3	4	5
(I)	30,4	32,3	33,9	43,1	48,9	44,5	42,4	61,2
e	27,6	25,8	47,9	41,2	64,6	47,8	53,7	70,5
A	57,4	30,5	46,6	43,5	67,9	44,1	39,6	57,2
eA	50,6	30,5	55,6	51,2	46,8	41,6	59,5	55,4
(NPK)	55,8	45,1	32,0	54,8	66,2	42,7	51,8	54,0
(NPK)e	52,0	36,3	44,3	32,8	61,5	42,5	44,8	62,9
(NPK)A	52,6	46,8	40,2	39,3	46,0	44,8	47,5	62,9
(NPK)eA	46,8	35,7	49,8	52,6	63,8	48,9	40,8	55,5
$m_1 = 1493,8$	$e_0 = 1497,8$	$A_0 = 1495,3$	$i_0 = 1674,1$					
$m_2 = 1545,3$	$e_1 = 1541,3$	$A_1 = 1543,8$	$i_1 = 1365,0$					

¹ O significado dos símbolos empregados é o seguinte: m_1 e m_2 , respectivamente, soma dos tratamentos que levaram a dosagem básica e dupla de NPK; e_0 e e_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com estêrco; A_0 e A_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com adubação verde intercalar; i_0 e i_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com irrigação.

A análise da variância referente aos dados do quadro 11 não revelou efeito significativo de nenhum tratamento, tanto de irrigação como de adubação.

Todavia, houve tendência de efeito negativo da irrigação, ocorrendo um decréscimo de produção da ordem de 19%.

Colheita de 1959 — Os dados de produção correspondentes ao ano agrícola de 1958/59 são apresentados no quadro 12.

QUADRO 12. — Produção em quilogramas de café em côco, por canteiro de 16 plantas, do ensaio de irrigação e restauração de café da Estação Experimental de Pindorama. Colheita de 1959¹

Tratamentos	i_0				i_1			
	2	6	7	8	1	3	4	5
(I)	64,9	52,6	32,6	17,7	19,6	26,6	14,4	25,4
e	59,4	64,8	29,1	23,8	19,4	8,8	7,8	25,5
A	36,7	23,3	30,4	18,8	29,0	8,4	8,3	11,9
eA	23,3	59,2	22,0	8,8	12,5	13,4	18,7	20,5
(NPK)	58,0	63,2	48,1	18,4	39,1	22,1	22,3	41,8
(NPK)e	19,7	37,7	39,1	34,4	28,5	21,1	16,2	25,8
(NPK)A	48,9	39,8	38,4	13,8	12,3	26,1	16,3	11,6
(NPK)eA	60,6	22,8	32,3	13,1	36,9	20,2	14,8	17,4
$m_1 = 837,6$	$e_0 = 940,8$		$A_0 = 1027,9$		$i_0 = 642,7$			
$m_2 = 960,8$	$e_1 = 857,6$		$A_1 = 770,5$		$i_1 = 1155,7$			

1 O significado dos símbolos empregados é o seguinte: m_1 e m_2 , respectivamente, soma dos tratamentos que levaram a dosagem básica e dupla de NPK; e_0 e e_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com estêrco; A_0 e A_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com adubação verde intercalar; i_0 e i_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com irrigação.

A análise da variância correspondente aos dados do quadro 12 revelou efeito não significativo da irrigação, apesar da maior produção dos blocos irrigados. Entretanto, como no ano de 1958 houve apenas uma irrigação, o aumento verificado na produção, que atingiu cerca de 80%, deve ser atribuído também aos efeitos da interação bienal e residual.

Entre os tratamentos de adubação houve efeito altamente significativo do adubo verde, verificando-se um decréscimo na produção da ordem de 25% em presença desse tratamento; houve um aumento de produção da ordem de 15% em presença da dose adicional de NPK, porém o seu efeito não chegou a ser significativo; houve um decréscimo da ordem de 9% na produção em presença de estêrco, porém esse efeito também não foi significativo.

Colheita de 1960 — Os dados de produção correspondentes ao ano agrícola de 1959/60 são apresentados no quadro 13.

QUADRO 13. — Produção em quilogramas de café em côco, por canteiro de 16 plantas, do ensaio de irrigação e restauração de café da Estação Experimental de Pindorama. Colheita de 1960¹

Tratamentos	i_1				i_0			
	2	6	7	8	1	3	4	5
(I)	28,9	24,2	18,9	25,4	40,0	28,4	25,7	53,3
<i>e</i>	26,4	21,4	28,6	26,2	40,4	24,8	37,9	58,4
<i>A</i>	48,4	17,6	22,4	24,0	49,8	28,9	37,9	28,2
<i>eA</i>	33,5	21,0	29,1	32,6	27,0	20,8	35,2	33,7
(NPK)	52,2	34,3	14,0	24,6	54,7	27,2	35,7	49,0
(NPK) <i>e</i>	39,2	23,5	16,7	14,8	57,9	31,0	37,9	54,6
(NPK) <i>A</i>	51,6	24,0	13,9	21,7	23,1	29,1	34,0	27,9
(NPK) <i>eA</i>	53,0	17,2	20,2	30,6	57,1	24,8	35,0	30,2
$m_1 = 999,0$	$e_0 = 1010,9$		$A_0 = 1076,2$		$i_0 = 1179,6$			
$m_2 = 1060,7$	$e_1 = 1048,8$		$A_1 = 983,5$		$i_1 = 880,1$			

1 O significado dos símbolos empregados é o seguinte: m_1 e m_2 , respectivamente, soma dos tratamentos que levaram a dosagem básica e dupla de NPK; e_0 e e_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com estêrco; A_0 e A_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com adubação verde intercalar; i_0 e i_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com irrigação.

A análise da variância dos dados apresentados no quadro 13 não revelou efeito significativo de nenhum dos tratamentos, quer de irrigação, quer de adubação.

Houve tendência de efeito negativo da irrigação, com um decréscimo de produção da ordem de 25%. Todavia, convém mencionar que a única irrigação feita em 1959 ocorreu no final do período da seca, sendo prejudicada pelas precipitações pluviométricas posteriores.

Houve também tendência de efeito negativo devido à presença de adubo verde, com decréscimo de produção da ordem de 9%.

O efeito da dosagem adicional de NPK não chegou a ser significativo, ocorrendo um aumento de produção da ordem de 6% apenas.

A presença de estêrco mais uma vez não influenciou significativamente na produção, verificando-se um aumento da ordem de 4% sômente.

Colheita do quinquênio 1956 a 1960 — Os dados de produção correspondentes à reunião dos anos agrícolas de 1955/56 até 1959/60 acham-se apresentados no quadro 14.

QUADRO 14. — Produção de 5 anos em quilogramas de café em côco, por canteiro de 16 plantas, do ensaio de irrigação e restauração de café da Estação Experimental de Pindorama. Colheitas de 1956, 1957, 1958, 1959 e 1960¹

Tratamentos	i_1				i_0			
	2	6	7	8	1	3	4	5
(I)	212,6	184,4	139,7	145,8	166,1	146,7	118,7	206,0
e	194,1	192,1	164,4	144,8	187,5	116,6	138,5	229,6
A	214,4	115,7	160,6	135,5	206,1	118,7	114,1	143,1
eA	148,4	203,1	168,8	137,8	119,1	106,6	160,2	156,8
(NPK)	255,4	233,1	144,1	153,2	234,8	131,2	157,6	215,7
(NPK)e	166,4	155,8	162,2	135,7	211,9	127,7	139,9	207,9
(NPK)A	240,4	173,9	150,1	119,4	108,7	148,2	142,3	129,5
(NPK)eA	251,9	114,8	157,4	143,3	222,3	133,7	124,8	137,5

$m_1 = 5096,6$ $e_0 = 5257,7$ $A_0 = 5520,2$ $i_0 = 5008,1$

$m_2 = 5330,8$ $e_1 = 5169,7$ $A_1 = 4907,2$ $i_1 = 5419,3$

1 O significado dos símbolos empregados é o seguinte: m_1 e m_2 , respectivamente, soma dos tratamentos que levaram a dosagem básica e dupla de NPK; e_0 e e_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com estêrco; A_0 e A_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com adubação verde intercalar; i_0 e i_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com irrigação.

QUADRO 15. — Análise da variância dos dados de produção de café do quinquênio 1956 a 1960, apresentados no quadro 14

F. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Irrigação	1	2.641,96	2.641,96	0,39
Resíduo (a)	6	40.405,55	6.734,26	—
E. Tratamentos	7	10.216,35	1.459,48	1,51
(NPK)	1	857,03	857,03	—
E	1	169,65	169,65	—
(NPK)xE	1	532,46	532,46	—
A	1	5.871,39	5.871,39	6,08*
(NPK)xA	1	48,65	48,65	—
ExA	1	868,78	868,78	—
(NPK)xExA	1	1.868,40	1.868,40	1,93
Trat. x Irrig.	7	3.732,09	533,16	—
Resíduo (b)	42	40.576,26	966,10	—
Total	63	97.572,21	—	—

A análise da variância dos dados constantes do quadro 14, apresentada com detalhe no quadro 15, revela que o efeito da irrigação, no quinquênio, não foi significativo, apesar de ocorrer um aumento de produção da ordem de 8% nos tratamentos irrigados.

Com relação aos tratamentos de adubação, somente foi significativo ao nível de 5% o efeito negativo do adubo verde, ocorrendo um decréscimo de produção da ordem de 11%.

As produções em presença e ausência de estêrco praticamente se igualaram, com uma diferença insignificante de cerca de 2% em favor dos tratamentos sem estêrco.

A presença da dosagem adicional de NPK também não apresentou efeito sensível, verificando-se um aumento de produção de cerca de 5% apenas.

Colheita do setênio de 1954 a 1960 — Os dados de produção correspondentes à reunião dos anos agrícolas de 1954/55 até 1959/60 acham-se apresentados no quadro 16.

QUADRO 16. — Produção de 7 anos em quilogramas de café em côco, por canteiro de 16 plantas, do ensaio de irrigação e restauração de café da Estação Experimental de Pindorama. Colheitas de 1954, 1955, 1956, 1957, 1958, 1959 e 1960¹

Tratamentos	CANTEIRO							
	1	2	3	4	5	6	7	8
(I)	250,9	310,8	214,6	182,7	302,0	273,3	199,0	224,6
e	278,0	270,0	177,2	206,8	327,5	273,9	221,8	210,4
A	294,3	301,8	179,1	160,7	213,6	172,8	213,2	199,0
eA	174,8	205,6	164,7	226,3	221,6	290,1	223,5	188,6
(NPK)	331,0	355,9	190,8	223,3	305,0	332,5	195,2	223,7
(NPK)e	296,8	237,3	174,9	204,6	294,0	215,5	206,8	200,8
(NPK)A	150,5	334,8	208,4	210,1	177,3	239,9	195,0	168,1
(NPK)eA	296,5	337,5	191,4	179,5	185,4	148,5	203,2	199,7
$m_1 = 7353,2$								
$m_2 = 7417,5$								
		$e_{11} = 7533,9$						$A_0 = 7911,2$
			$e_1 = 7236,8$					$A_1 = 6859,5$

1 O significado dos símbolos empregados é o seguinte: m_1 e m_2 , respectivamente, soma dos tratamentos que levaram a dosagem básica e dupla de NPK; e_{11} e e_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com estêrco; A_0 e A_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com adubação verde intercalar.

QUADRO 17. — Análise da variância dos dados de produção de café do setênio 1954 a 1960, apresentados no quadro 16

F. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos (adubados)	7	24.536,59	3.505,23	2,04
(NPK)	1	57,57	57,57	—
E	1	1.412,82	1.412,82	—
(NPK)xE	1	881,35	881,35	—
A	1	17.427,30	17.427,30	10,14* *
(NPK)xA	1	73,32	73,32	—
ExA	1	1.777,68	1.777,68	—
(NPK)xExA	1	2.906,56	2.906,56	—
Blocos	7	77.895,75	11.127,96	6,47*
Resíduo	49	84.256,29	1.719,51	—
Total	63	185.688,63	—	—

A análise da variância relativa aos dados constantes do quadro 16, que é apresentada com detalhe no quadro 17, feita sem consideração aos tratamentos de irrigação, devido ao ressorteio feito após a colheita de 1955, revela que no setênio de 1954 a 1960 houve efeito negativo altamente significativo da presença de adubo verde, com decréscimo de produção da ordem de 13%; não houve significância dos efeitos principais quer da dosagem adicional de NPK, quer da presença de estêrco; também não houve significância do efeito das interações duplas e tripla dos tratamentos principais. O coeficiente de variação foi de 18,0%.

As produções dos tratamentos com e sem dosagem adicional de NPK praticamente se igualaram, com uma diferença de cerca de 1% apenas.

Também não houve diferença apreciável na produção dos tratamentos com e sem estêrco, verificando-se um decréscimo de produção da ordem de 4% em presença de estêrco.

4 — DISCUSSÃO

4.1 — EFEITO DOS TRATAMENTOS

Efeito médio da adubação — Os dados de produção do quinquênio de 1956 a 1960 referentes à média dos tratamentos adubados e às bordaduras não adubadas desses tratamentos são apresentados no quadro 18.

QUADRO 18. — Produção de 5 anos em quilogramas de café em côco por canteiro de 128 plantas, do ensaio de irrigação e restauração de café da Estação Experimental de Pindorama. Colheitas de 1956, 1957, 1958, 1959 e 1960.

Tratamentos	i_1				i_0			
	2	6	7	8	1	3	4	5
m_1 (1)	1683,6	1372,9	1247,3	1115,5	1456,5	1029,4	1096,1	1426,1
m_0 (2)	1242,0	1072,7	860,3	742,7	1136,0	723,7	737,0	1069,2
	$m_0 = 7583,6$				$i_0 = 8674,0$			
	$m_1 = 10427,4$				$i_1 = 9337,0$			

1 Média dos tratamentos adubados.

2 Bordaduras não adubadas de todos os tratamentos adubados.

A análise da variância relativa aos dados do quadro 18, apresentada no quadro 19, revela que o efeito da adubação foi altamente significativo, verificando-se um acréscimo de produção da ordem de 39%. Esse acréscimo deve ser atribuído ao efeito principal da dosagem de NPK, presente em todos os tratamentos adubados, já que entre si não houve efeito significativo da dosagem adicional de NPK, conforme visto anteriormente.

QUADRO 19. — Análise da variância dos dados de produção de café, apresentados no quadro 18

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Irrigação	1	27.473,07	27.473,07	—
Resíduo (a)	6	605.856,01	100.976,00	—
Adubação	1	505.449,91	505.449,91	492,85**
Int. Irr. x Ad.	1	1.588,01	1.588,01	—
Resíduo (b)	6	6.153,38	1.025,56	—
Total	15	1146.520,38	—	—

Também se verifica que apesar da maior produção dos tratamentos irrigados, com um aumento da ordem de 8%, não houve efeito significativo da irrigação.

Efeito principal de NPK — A decomposição do efeito dos tratamentos de adubação nas análises da variância procedidas nos dados anuais de produção revela que houve efeito significativo da dosagem adicional de NPK somente na colheita de 1954; esse efeito foi negativo e tem pouca significação, porquanto a colheita de 1954 se refere a um período de transição, pois, quando se iniciaram os tratamentos

de adubação, os cafeeiros já estavam potencialmente preparados para a produção do ano de 1954.

Essa verificação demonstra que nas condições do ensaio a dosagem simples de NPK empregada foi suficiente para elevar a produção ao seu maior nível potencial. Como houve modificação nas dosagens, são dadas abaixo as dosagens médias equivalentes às adubações feitas, em gramas de fertilizantes por pé, por ano:

DOSAGEM	<i>Sulfato de amônio</i> 20,5% N	<i>Superfosfato de cálcio</i> 20% P ₂ O ₅	<i>Cloreto de potássio</i> 60% K ₂ O
Simplex	311 g	162 g	145 g
Dupla	611 g	330 g	296 g
Média	461 g	246 g	220 g

Efeito principal do estêrco — Apesar de empregado anualmente na dosagem de cerca de 12 kg por pé, por ano, e ser de boa procedência, obtido em esterqueira coberta e bem curtido, não houve efeito principal do estêrco em nenhum dos anos.

As maiores diferenças de produção dos tratamentos com estêrco em relação aos sem estêrco foram de + 13,9% em 1955, — 10,5% em 1957 e — 8,8% em 1959, porém, no setênio de 1954 a 1960 a diferença reduziu-se a apenas — 3,9%.

A menor produção dos tratamentos que receberam estêrco revela que, nas condições do ensaio, o seu efeito foi inócuo, inferindo-se que seu emprêgo poderia ser dispensado, quando em presença da adubação química.

O teor relativamente baixo de matéria orgânica no solo parece indicar certa discrepância no resultado negativo do efeito do estêrco. Todavia, convém assinalar que a adubação básica de NPK, parcelada, presente em todos os tratamentos, foi suficiente para elevar a produção ao seu maior nível potencial.

Em condições semelhantes, até certa tendência de efeito negativo da presença de estêrco pode ser explicada pela observação comum de verificar-se maior desenvolvimento de mato nas partes esterçadas, observação já feita por Pereira e Jones, em Kenya (11, 12), onde as condições da lavoura de café assemelham-se às nossas.

Efeito principal do adubo verde — Nos anos de 1956, 1958 e 1959 não houve efeito principal significativo do adubo verde; no de 1954 houve efeito significativo ao nível de 5% com uma diminuição de produção de 13,3%; nos demais anos, o efeito foi altamente significativo, provocando as seguintes reduções de produção: 25,0% em 1955, 21,2% em 1957 e 25,0% em 1959.

Nos totais do setênio o efeito foi altamente significativo, verificando-se uma redução de produção média de 13,3%.

Considerando os cuidados observados no planejamento do ensaio, que permitem avaliar com apreciável precisão o efeito dos tratamentos de adubação, e que além da inoculação das sementes houve adubação básica de NPK em todos os tratamentos, os resultados obtidos com relação ao efeito do adubo verde indicam que a prática da adubação verde intercalar foi prejudicial, deixando dúvidas quanto às vantagens que lhe têm sido comumente atribuídas.

Efeito da irrigação — O efeito da irrigação somente foi significativo na colheita de 1957, com um aumento de produção de cerca de 90%.

As irrigações feitas nos anos de 1953 e 1954 não produziram maiores colheitas; houve, ao contrário, tendência de diminuição das produções, com um decréscimo médio de cerca de 19%, pelas razões já apontadas de insuficiência no número de repetições e do sorteio feito, que beneficiou os blocos não irrigados.

Essa constatação determinou a redução no número de tratamentos de irrigação. Estes, de 4 passaram a 2, com aumento conseqüente do número de repetições. Para se obter o máximo de precisão possível do experimento, as novas repetições foram escolhidas sob o critério de ressorteio balanceado em que as diferenças de blocos, inclusive as devidas ao efeito residual, ficaram igualmente repartidas.

Os resultados do efeito da irrigação podem ser melhor interpretados pela análise das irrigações, que é feita adiante.

Efeito sobre o rendimento — Os dados médios de rendimento de café beneficiado por quilograma de café sêco em côco, correspondentes às colheitas dos anos de 1954 e 1955 são apresentados no quadro 20.

Observa-se que o efeito dos tratamentos de adubação e irrigação sobre o rendimento foi pequeno, havendo, porém, acentuada variação devido ao fator ano.

A preponderância do efeito desse fator sobre o dos tratamentos também é visível nos dados médios de rendimento correspondentes às colheitas dos anos de 1956 a 1960, apresentados no quadro 21.

QUADRO 20. — Rendimento médio em quilograma de café beneficiado por quilograma de café seco em côco, do ensaio de irrigação e restauração de café da Estação Experimental de Pindorama. Colheitas de 1954 e 1955.

Tratamentos (1)	i_0	i_1	i_2	i_3	m_1	m_2	e_0	e_1	A_0	A_1
1953 ...	0,511	0,508	0,521	0,515	0,512	0,515	0,513	0,514	0,515	0,512
1954 ...	0,461	0,505	0,484	0,461	0,475	0,478	0,477	0,476	0,471	0,481
Médios ..	0,486	0,507	0,503	0,488	0,494	0,497	0,495	0,495	0,493	0,497

1 Significado dos símbolos: i_0, i_1, i_2 e i_3 são os tratamentos de irrigação indicados no capítulo 2.3.1.; m_1 e m_2 , respectivamente média dos tratamentos com dose básica e adicional de NPK; e_0 e e_1 , respectivamente, média dos tratamentos em ausência e presença de estêrco; A_0 e A_1 , respectivamente média dos tratamentos em ausência e presença de adubação verde intercalar anual.

A importância observada do fator ano sobre o rendimento deve ser atribuída principalmente ao efeito da interação bienal, que é o fenômeno fisiológico apresentado pela planta de ser qualquer safra influenciada pela anterior. Também ao grau de secagem do café em côco, pois o "ponto" de terreiro está condicionado a fatores climáticos não constantes.

QUADRO 21. — Rendimento médio em quilogramas de café beneficiado por quilograma de café seco em côco, do ensaio de irrigação e restauração de café da Estação Experimental de Pindorama

Tratamentos ¹	1956	1957	1958	1959	1960	Médias
m_0	0,550	0,450	0,615	0,575	0,565	0,550
m_1	0,550	0,455	0,615	0,580	0,555	0,550
m_2	0,545	0,465	0,615	0,585	0,560	0,555

1 Significado dos símbolos: m_0 , média das bordaduras sem adubação dos tratamentos adubados; m_1 , média dos tratamentos com dose básica de NPK; m_2 , média dos tratamentos com dose adicional de NPK.

4.2 — ANÁLISE DAS IRRIGAÇÕES

Água aplicada nos anos de 1953 e 1954 — Nos dados apresentados no quadro 22, referentes às irrigações e precipitações ocorridas, verifica-se que em 1953, no período indicado, houve uma diferença média mensal de 27 milímetros em favor dos tratamentos irrigados, a qual, todavia, não produziu aumento de produção.

No período indicado do ano de 1954, a diferença na quantidade mensal de água recebida foi em média de 36 milímetros em favor dos tratamentos irrigados. Essa diferença, maior do que a do ano anterior, também não provocou acréscimo na produção, pelas razões já discutidas.

Os totais mensais efetivos que figuram no quadro 22 foram obtidos a partir das quantidades aplicadas, estimando-se a eficiência da irrigação em 70% (16).

Água aplicada nos anos de 1955 até 1959 — No quadro 23 são apresentados os dados de precipitações e irrigações feitas nos períodos indicados dos anos de 1955 até 1959.

Nos totais mensais efetivos que aí figuram foram também deduzidas as irrigações neutralizadas pela ocorrência de precipitações, conforme sucedeu com as irrigações feitas em agosto de 1957 e outubro de 1959.

Como se observa nos dados apresentados, os totais mensais efetivos foram altos, oscilando de 73 mm em 1956 a 102 mm em 1958.

No período indicado de 1955, embora a irrigação tenha contribuído com 47% do total mensal efetivo, não houve aumento de produção na colheita de 1956.

No entanto, é provável que o ótimo suprimento de água dos blocos irrigados tenha contribuído para reduzir o efeito residual dos tratamentos anteriores, preparando os cafeeiros para o aumento de produção obtido na colheita de 1957, com as duas irrigações oportunamente feitas em setembro de 1956.

É interessante notar que justamente nesse ano coincidiu também o menor total mensal efetivo, para o qual a irrigação contribuiu com apenas 25%.

No período indicado de 1957 somente foi feita uma irrigação, cujo efeito foi prejudicado pela ótima distribuição pluviométrica ocorrida.

QUADRO 22. — Quantidade de água em milímetros, recebida por tratamento e por período no ensaio de irrigação e restauração de café da Estação Experimental de Pindorama. Anos de 1953 e 1954

Tratamentos	i ₁			i ₂			i ₃			i _m ¹			i ₀		
	Irr.	Prec.	Total	Irr.	Prec.	Total	Irr.	Prec.	Total	Irr.	Prec.	Total	Irr.	Prec.	Total
1953	25	13	38	50	13	63	—	13	13	25	13	38	—	13	13
Julho	39	13	52	87	13	100	50	13	63	59	13	72	—	13	13
Agosto	—	45	45	21	45	66	20	45	65	14	45	59	—	45	45
Setembro	—	52	52	—	52	52	50	52	102	17	52	69	—	52	52
Outubro	64	123	187	158	123	281	120	123	243	115	123	238	—	123	123
Total no período	—	—	56	—	—	78	—	—	69	—	—	68	—	—	41
Total mensal efetivo	De 26/7 a 10/10			De 26/7 a 10/10			De 26/7 a 10/10			De 26/7 a 10/10			De 26/7 a 10/10		
1954	25	—	25	50	—	50	—	—	—	25	—	25	—	—	—
Julho	25	—	25	50	—	50	50	—	50	42	—	42	—	—	—
Agosto	29	29	58	57	29	86	57	29	86	48	29	77	—	29	29
Setembro	—	52	52	26	52	78	25	52	77	17	52	69	—	52	52
Outubro	79	81	160	183	81	264	132	81	213	132	81	213	—	81	81
Total no período	—	—	54	—	—	83	—	—	68	—	—	68	—	—	32
Total mensal efetivo	De 26/7 a 10/10			De 26/7 a 10/10			De 26/7 a 10/10			De 26/7 a 10/10			De 26/7 a 10/10		

1 Média dos tratamentos irrigados.

QUADRO 23. — Quantidade de água em milímetros, recebida por tratamento e por período no ensaio de irrigação e restauração de café da Estação Experimental de Pindorama. Período de 1955 a 1959

Tratamentos	ANO DE 1955		ANO DE 1956		ANO DE 1957		ANO DE 1958		ANO DE 1959	
	DE 1/8 a 30/11		DE 1/8 a 30/11		DE 1/8 a 30/11		DE 1/8 a 30/11		DE 1/8 a 30/11	
	Irr.	Prec.	Irr.	Prec.	Irr.	Prec.	Irr.	Prec.	Irr.	Prec.
Irrigado										
Agosto	70	32	—	34	—	91	—	13	—	46
Setembro	100	0	100 ¹	108	—	163	—	65	—	20
Outubro	50	82	—	152	—	29	—	179	50*	128
Novembro	15	75	—	26	—	116	—	122	—	152
Total no período	235	189	100	220	320	399	449	379	429	396
Total mensal efetivo	—	47	—	55	73	100	108	95	102	86
Total mensal carr. ²	—	—	—	—	73	—	100	—	102	—

1. Aplicado em duas irrigações de 50 milímetros, sendo que a segunda irrigação, feita de 24 a 26 de setembro foi quase totalmente neutralizada pelas precipitações ocorridas nos dias 29 e 30, num total de 52,2 milímetros.

2. Baseado na dedução dos valores assinalados com (*), neutralizados pelas chuvas subsequentes.

Em 1958, em virtude também da boa distribuição pluviométrica havida, procedeu-se a apenas uma irrigação.

No ano de 1959 somente foi possível efetuar uma irrigação tardia de 50 mm, cujo efeito também foi neutralizado pelas precipitações, conforme pode ser visto no gráfico de balanço de água adiante apresentado.

Balanço de água do solo — A fim de obter dados básicos para aperfeiçoar o método de controle da irrigação, estudos detalhados de balanço de água do solo foram feitos nos blocos testemunhas, em períodos selecionados dos anos de 1953 e 1954, até à profundidade de 1,50 m, sendo resumidos no gráfico apresentado na figura 2.

Com base no gráfico de balanço de 1954, foram preparados os gráficos de porcentagens simples e acumuladas do consumo de água em função da profundidade do sistema radicular apresentado na figura 3.

Na parte *A* da figura 3, mostra-se o consumo relativo de água quando não há restrição quanto ao seu suprimento à raiz, verificando-se que as camadas mais superficiais contribuem com maior quantidade do total de água consumida. O consumo acumulado até à profundidade de 0,90 m representou cerca de 75% do total de água consumida da camada de 1,50 m, o que parece indicar, à primeira vista, que o balanço de água mantido para uma camada de 90 cm de profundidade seria suficiente para o controle das irrigações, com diminuição sensível dos trabalhos envolvidos nas amostragens profundas.

Na parte *B* da figura 3, mostra-se o consumo relativo quando há restrição no suprimento de água das camadas inferiores do solo. No caso apresentado, verifica-se que 75% do total de água consumida foi fornecido pela primeira camada de 30 cm do solo apenas por precipitações pluviométricas, quando em condições normais de suprimento essa porcentagem deveria significar a água consumida até 90 cm. Infere-se daí que o suprimento de água assegurado a uma certa camada de solo, especialmente se for pouco profunda, não oferece condições para manutenção de pleno vigor vegetativo da planta.

Processando-se continuamente o consumo das camadas mais inferiores, é possível chegar-se a uma condição crítica, de esgotamento da água disponível armazenada nessas camadas, agravando-se a situa-

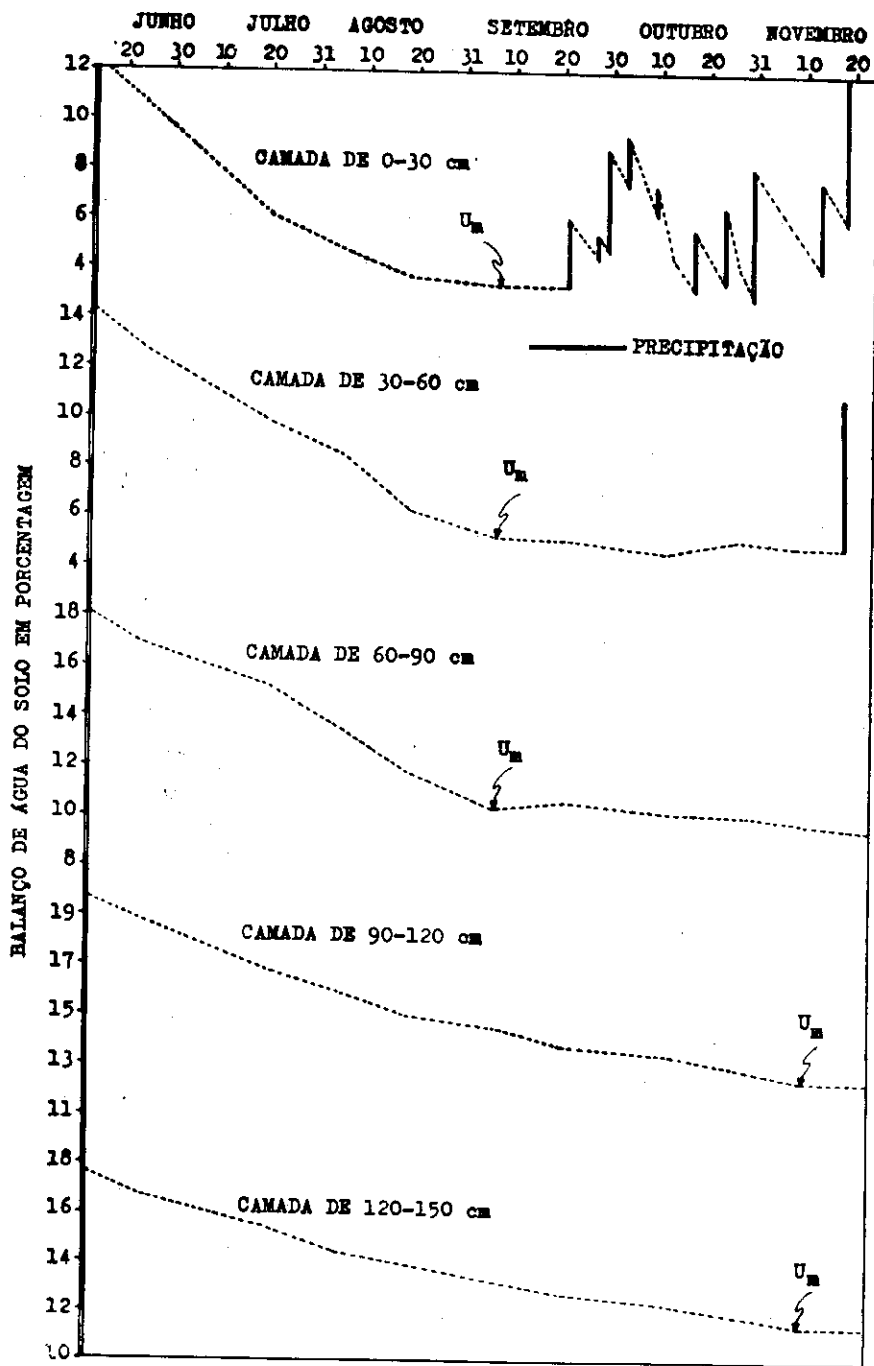


FIGURA 2. — Diagrama do balanço de água dos canteiros não irrigados do ensaio de irrigação e restauração de lavoura velha de café da Estação Experimental de Pindorama.

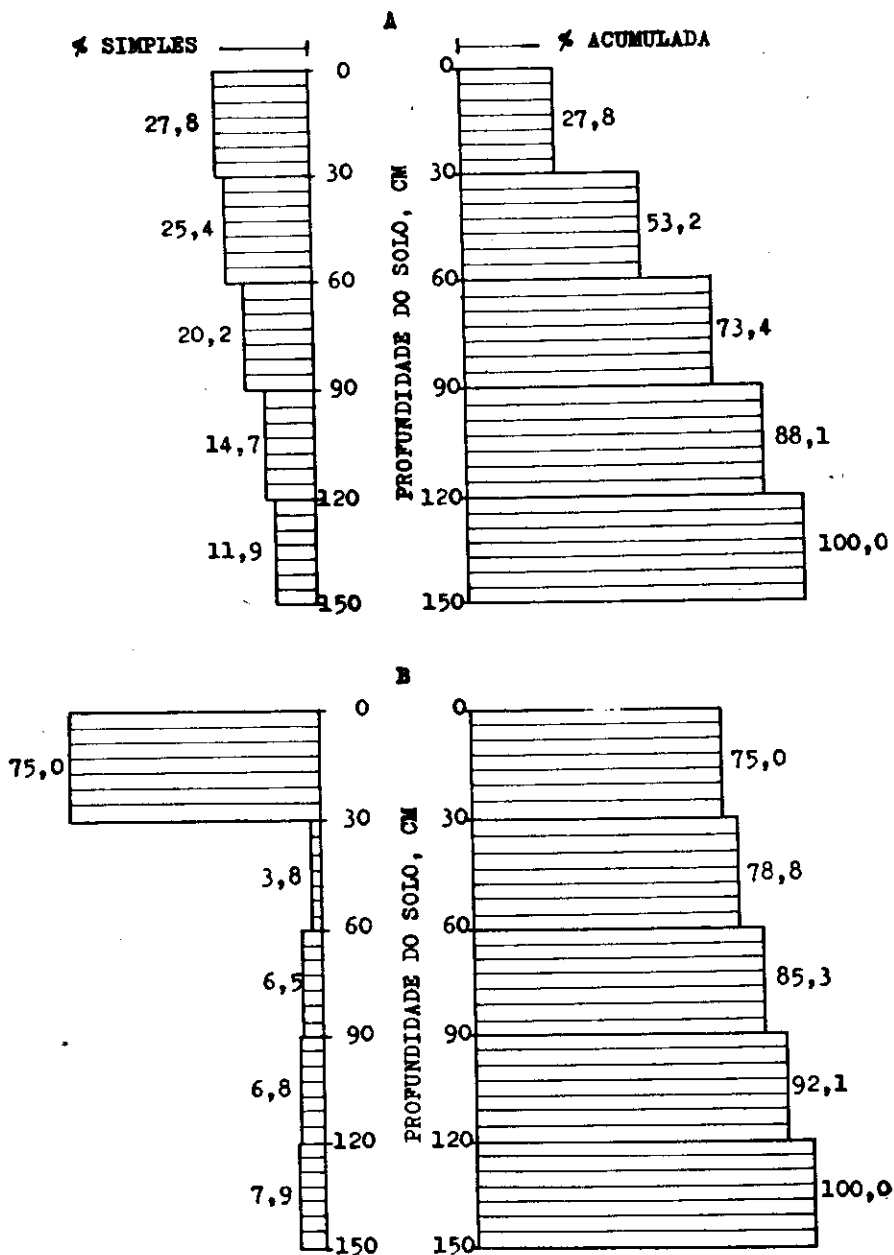


FIGURA 3. — Histograma das porcentagens de água consumida por camada de solo, num dos blocos testemunhas do ensaio de irrigação e restauração de café velho da Estação Experimental de Pindorama, no período de 7-6-1954 a 18-8-1954. **A** — sem restrição de ordem fisiológica, **B** — com restrição.

ção de suprimento adequado de água à planta com base apenas nas amostragens de camadas superficiais.

Um exame dos gráficos de consumo de água apresentados nas figuras 2 e 4 indica que em cada camada de solo o consumo se verifica com igual intensidade em praticamente todo o intervalo de campo de existência da água disponível, de acôrdo com a conhecida verificação de Veihmeyer (18). Com respeito a gráficos de camadas compostas é possível interpretar-se os resultados segundo critérios antagônicos, devido ao efeito do esgotamento de água das camadas superiores sôbre as inferiores.

Nos gráficos apresentados na figura 2, observa-se que a umidade de murchamento foi atingida praticamente ao mesmo tempo nas camadas de 0-30, 30-60 e 60-90 cm, posteriormente, com o intervalo de tempo de cêrca de 60 dias também o foi nas camadas de 90-120 e 120-150 cm. O suprimento de água havido na camada de 0,30 cm por efeito das precipitações não detiveram a marcha do consumo de água das camadas inferiores.

O gráfico detalhado de balanço de água do ano de 1959, apresentado na figura 4, indica que a umidade de murchamento foi atingida em diversas ocasiões, em fins de julho e meados de setembro, durante curtos espaços de tempo. A irrigação feita em princípios de outubro evitou que a condição crítica se mantivesse, porém, as precipitações ocorridas logo em seguida prejudicaram o efeito da irrigação.

De acôrdo com o critério estabelecido, a primeira irrigação deveria ter sido feita em abril, porém seria neutralizada pelas precipitações ocorridas. Novamente deveria irrigar-se em fins de junho e esta irrigação seria totalmente aproveitada em benefício da planta. Dificuldades com o suprimento de gasolina à Estação não permitiram que a irrigação fôsse feita na ocasião mais oportuna.

Esse contratempo e o fato de estarem as moto-bombas a gasolina desgastadas pelo uso, determinaram esforços no sentido de obter-se verbas para proceder aos melhoramentos necessários, compreendendo extensão da rêde primária e instalação de eletro-bomba de maior capacidade. Para a efetivação dêsses melhoramentos, muito contribuiu uma nova doação da Fundação Rockefeller.

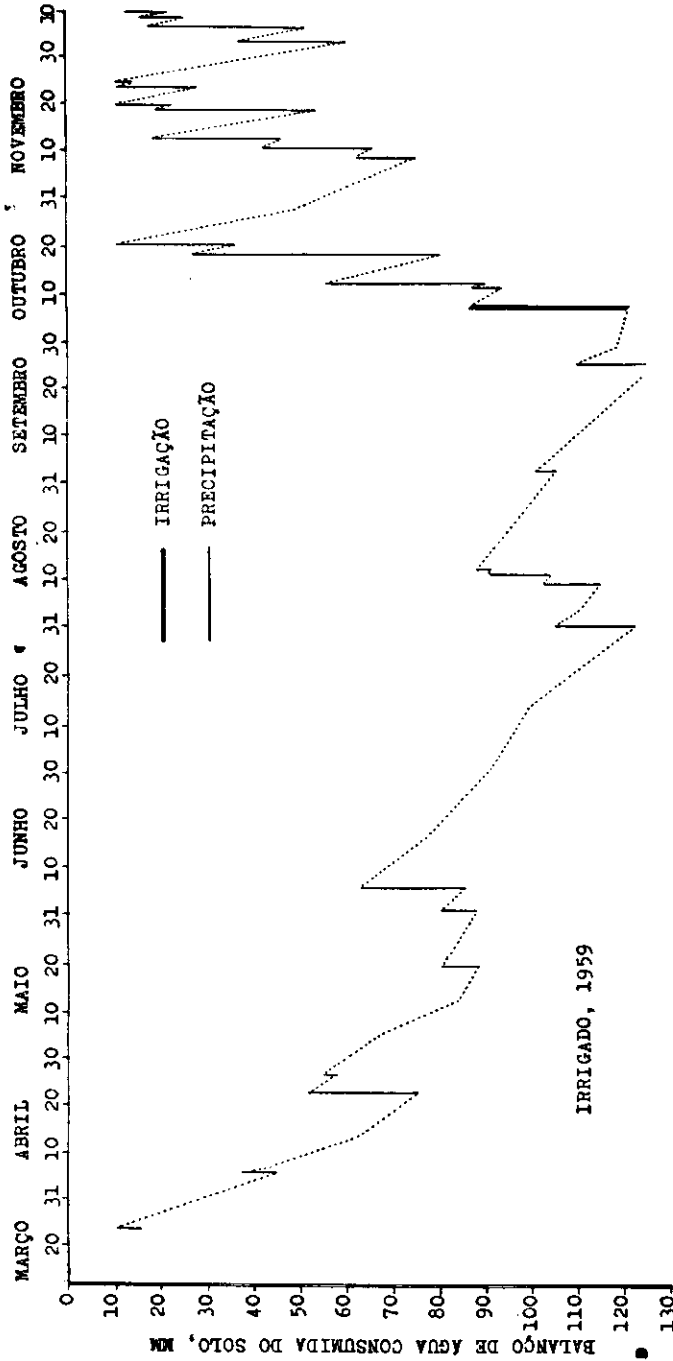


FIGURA 4. — Diagrama do balanço de água do solo dos canteiros do ensaio de irrigação e restauração de café velho da Estação Experimental de Pindorama.

QUADRO 24. — Consumos de água até a profundidade de 80 cm, verificados em períodos selecionados no ensaio de irrigação e restauração de cafézal velho da Estação Experimental de Pindorama

Períodos	Intervalos	Água consumida	Média diária	Intervalo de irrigação para consumo de		
				50 mm	70 mm	100 mm
	<i>Dias</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>Dias</i>	<i>Dias</i>	<i>Dias</i>
25/ 3 a 15/ 4/59	21	61	2,90	17	24	34
29/ 4 a 13/ 4/59	14	27	1,93	26	36	52
6/ 6 a 26/ 6/59	20	28	1,40	36	50	71
20/10 a 29/10/59	9	39	4,33	12	16	23
20/10 a 4/11/59	15	52	3,47	14	20	29
25/11 a 4/12/59	10	50	5,00	10	14	20
24/ 6 a 20/ 7/59	26	38	1,46	34	48	68
20/ 7 a 18/ 8/54	29	39	1,34	—	—	—
2/ 3 a 14/ 3/60	12	39	3,25	15	22	31
22/ 3 a 31/ 3/60	9	24	2,67	19	26	37
19/ 4 a 2/ 5/60	14	29	2,07	24	34	48
21/ 5 a 15/ 6/60	24	36	1,50	33	47	67
27/ 6 a 21/ 7/60	24	42	1,75	29	40	57
16/ 8 a 9/ 9/60	24	40	1,67	30	42	60

Necessidade de água do cafeeiro — Os gráficos de balanço de água apresentados permitem conhecer a demanda crítica em relação ao intervalo de irrigação, que são elementos indispensáveis na determinação da capacidade do equipamento para projetos de irrigação. Assim, foram obtidos os dados apresentados no quadro 24.

Nos diferentes anos, a demanda crítica nos períodos que eventualmente necessitaram de irrigação, alcançaram 3,47 e 4,33 milímetros/dia, em outubro e novembro de 1959. Havendo um amplo suprimento de água nos meses anteriores, de menor demanda crítica, será possível contar com uma reserva de água das camadas mais profundas que permitirá atender a uma fração de demanda crítica das camadas superficiais. Assim, se fôr adotado o critério de atender a uma demanda crítica de 3,0 milímetros/dia, os intervalos de irrigação seriam, respectivamente, de 17, 25 e 33 dias para aplicações brutas de $50/0,70 \approx 70$, $70/0,70 = 100$ e $100/0,70 \approx 140$ mm. Nessas condições, a fim de evitar aproximar-se da condição crítica o intervalo mais adequado a ser estabelecido estaria entre 17 e 25 dias, para as épocas de maior demanda de água, com aplicações de 70 e 100 mm, respectivamente.

Como o consumo de água da lavoura nova formada e lavoura velha não difere apreciavelmente nas primeiras camadas de solo, infere-se que os equipamentos de irrigação devem ser projetados para ter capacidade útil de 50 mm em 17 dias ou 70 mm em 25 dias e uma capacidade bruta respectiva de 70 mm e 100 mm naqueles intervalos.

Nessas condições é fácil inferir que em áreas grandes as irrigações necessárias, nas ocasiões de demanda crítica, exigiriam mananciais de água abundantes e equipamentos de grande capacidade, tornando-as de difícil execução prática e sem base econômica, especialmente nas lavouras velhas pouco produtivas.

Os gráficos de balanço de água indicam que a época da irrigação pode ocorrer em qualquer mês, de abril até setembro. Como nos anos em estudo não ocorreram secas violentas é lógico admitir-se que também ocorram deficiências em outras épocas.

Utilizando o método de Thornthwaite (8) para uma comparação da intensidade das secas que ocorreram no período de 1944 até 1959, foi preparado o gráfico apresentado na figura 5, observando-se que no período de 1944 a 1952, que precedeu a instalação do ensaio, a média das deficiências de água foi 79 mm acima da normal do período estudado, enquanto que a média do setênio de 1953 a 1959 foi 99 mm abaixo da referida normal, demonstrando a ocorrência de condições excepcionais de umidade que explicam o efeito pouco significativo da irrigação.

5 — RESTAURAÇÃO DA LAVOURA VELHA DO ENSAIO

A fim de verificar a condição do talhão de café durante o curso da experiência, foi preparado o diagrama de produções anuais apresentado na figura 6.

As produções das testemunhas não adubadas servem de comparação para a verificação desejada. Assim, por exemplo, observa-se que os níveis de produção dos tratamentos adubados são bem mais elevados e sofrem oscilações idênticas. Houve pois acentuada melhoria de produção, que parece se acentuar lentamente com o correr dos anos. Essa tendência torna-se mais evidente no exame da curva das médias quadrienais progressivas das produções dos tratamentos adubados, verificando-se ser a melhoria lenta e progressiva, apesar da grande variabilidade das produções anuais.

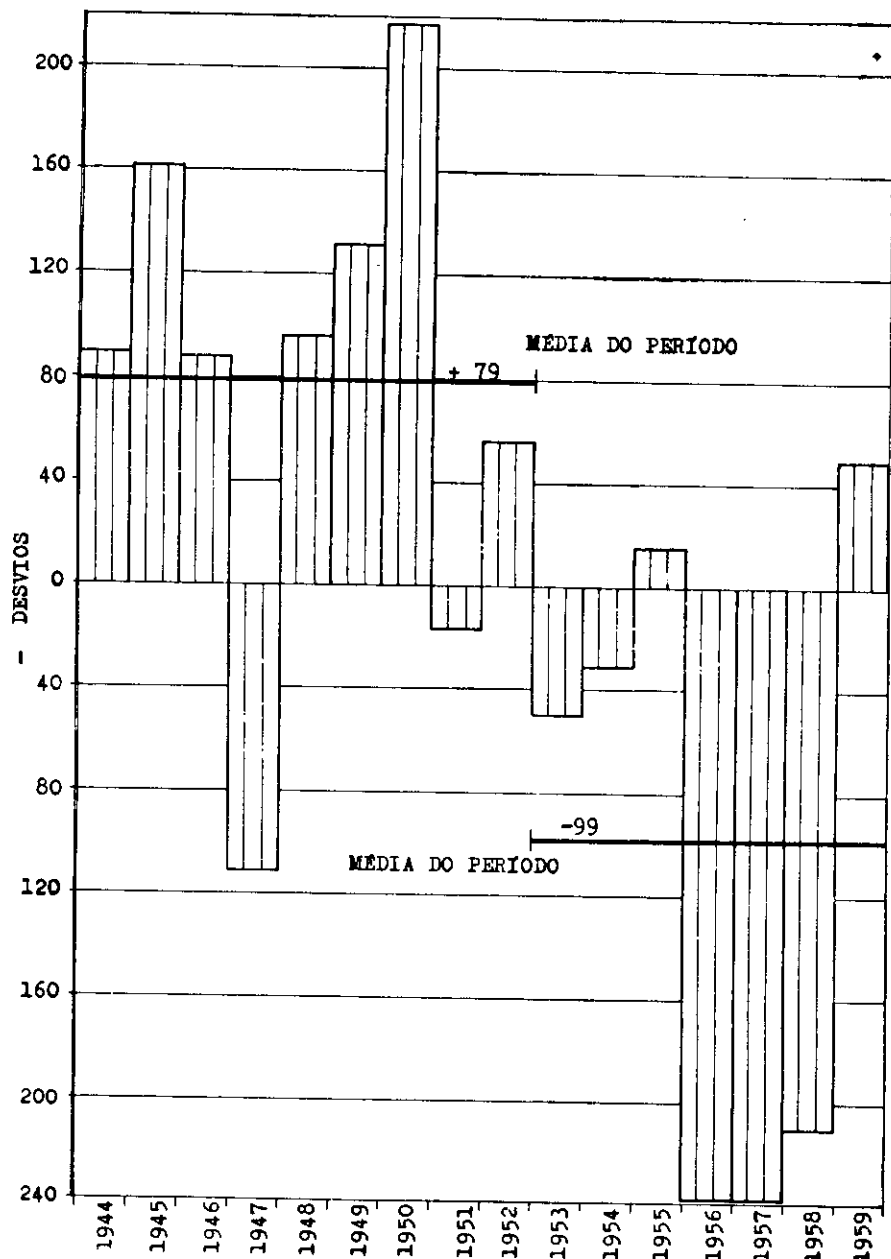


FIGURA 5. — Desvios das estimativas das deficiências anuais de água, em relação à média das deficiências dos anos de 1944 a 1959, obtidas segundo o método do Thornthwaite.

Quanto ao resultado econômico das práticas de restauração, deixando de lado a que não aumentou a produção (estérco), a que diminuiu (adubo verde intercalar) e a irrigação, por ser prática dispendiosa cujo efeito não ficou evidenciado, resta verificar tão somente o da adubação.

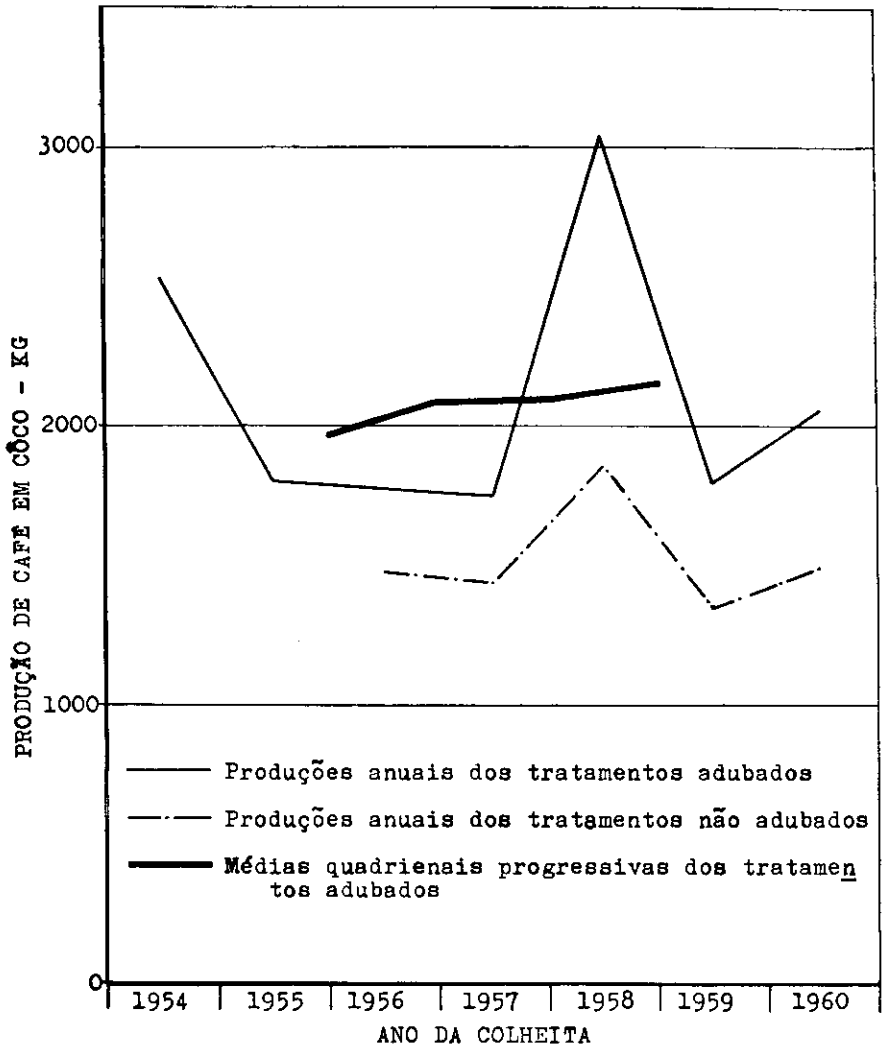


FIGURA 6. — Diagrama das produções anuais dos tratamentos adubados e das testemunhas sem adubação do ensaio de irrigação e restauração de café da Estação Experimental de Pindorama.

Conforme foi visto anteriormente, o emprêgo da dosagem simples de NPK foi responsável por um aumento de produção da ordem de 37,5% em relação às testemunhas não adubadas, representando o acréscimo médio anual de 575 kg de café em côco por mil cafeeiros. Computando-se o quilo de café em côco ao preço de Cr\$ 25,00, o aumento resultante da renda bruta é de cêrca de Cr\$ 14.500,00.

Computando-se a tonelada da mistura de adubo empregada em cêrca de Cr\$ 9.000,00, o custo tão sòmente do adubo na quantidade média anual empregada na dosagem simples de 0,600 kg por cafeeiro, seria de cêrca de Cr\$ 5.550,00 por mil cafeeiros, com aparente acréscimo de renda líquida de Cr\$ 9.000,00. É evidente que mesmo acrescentando as despesas referentes à manipulação do adubo, carrêto até o local de aplicação e as aplicações parceladas, a adubação, no caso do ensaio, apresentaria apreciável resultado econômico. Todavia, se fôr computada a despesa de adubação com os preços vigentes, posteriormente à Instrução 204⁵, chega-se à conclusão que o resultado econômico seria duvidoso.

6 — CONCLUSÕES

1) A irrigação sòmente aumentou substancialmente a produção num único ano em sete; nos demais deixou de apresentar resultado, devido a) ocorrência de anos mais úmidos; b) desigualdade entre blocos; c) irrigação tardia.

2) O consumo de água do cafeeiro pode ultrapassar, nas ocasiões de demanda crítica, a cêrca de 3,5 mm/dia, de forma a tornar as irrigações dispendiosas e com poucas possibilidades de serem executadas na prática, em áreas extensas.

3) Considerando o sucesso da possibilidade de *renovação* das lavouras, através de novos plantios, a *restauração* de lavouras velhas torna-se problema complexo e, para o caso específico de lavouras comparáveis à do ensaio, o emprêgo da irrigação deve ser contra-indicado.

4) Não houve, nas condições do ensaio, benefício com a aplicação de estêrco na proporção de um jacá (cêrca de 12 kg) por pé, por ano, de estêrco curtido, obtido em esterqueira coberta.

⁵ Disposição federal suprimindo taxa especial do dolar para aquisição de adubo e outros mercadorias do exterior.

5) O emprêgo da adubação verde intercalar anual (*Crotalaria juncea* ou feijão-de-porco) inoculada com cultura de *Rhizobium sp.* revelou-se prejudicial, ocasionando uma diminuição de produção média anual de 13,3%.

6) Não houve vantagem alguma com o emprêgo da dosagem dupla de adubação mineral completa; a dosagem simples foi suficiente para elevar de 37,5% a média de produção no ensaio, em relação às testemunhas sem adubação. Com base nos custos então vigentes dos adubos e do café em côco, a dosagem simples na base de 311 g de sulfato de amônio (20,5% N), 162 g de superfosfato de cálcio (20% P₂O₅) e 145 g de cloreto de potássio (60% K₂O) resultou em apreciável vantagem econômica.

7) A elevação da média de produção do ensaio todo deveu-se à adubação química, principalmente. Porém a elevação da produção média das testemunhas, sem adubo, indica que também houve acentuado efeito devido à ocorrência de anos de condições climáticas favoráveis.

8) O delineamento fatorial empregado, o elevado número de repetições, o tamanho dos canteiros do ensaio, e o número relativamente elevado de anos de observação, tornam as conclusões do presente experimento aplicáveis a escala de campo, em lavoura de condições comparáveis às do ensaio, demonstrando, em linhas gerais, que das práticas empregadas para a restauração da lavoura velha de café deve ser destacado apenas o efeito da adubação mineral completa, parcelada. No entanto, considerando o custo dos fertilizantes em contínua ascensão, sem aumento proporcional dos preços de café, o rendimento líquido resultante da prática de adubação tende a diminuir, tornando a restauração de lavoura velha um problema de solução pouco viável economicamente.

CONTRIBUTION TO THE STUDY OF IRRIGATION AND FERTILIZATION
 PROBLEMS OF OLD COFFEE GROVES

II — RESULTS FROM THE PINDORAMA EXPERIMENT STATION

SUMMARY

This paper reports and discusses results referring to a field trial set up to study irrigation and fertilization problems of old coffee groves.

The seven year study, started 1953, was carried at a representative well coffee grove of Bourbon variety, about 35 years old, located in a typical sandy soil of the **Bauru superior** formation of the Pindorama Experiment Station, considered to well represent an extensive part of that formation where the bulk of coffee is at present produced in the State of São Paulo.

Eight randomized blocks were used with a 2x2x2 factorial for the small treatments in each block, the following treatments being compared: complete chemical fertilizer in two dosages, with and without organic manure, with and without green manure as an annual intercrop.

The irrigation treatments, the first two years, included application of 1 and 2 inches of water every three weeks, starting July, 2 inches starting August and no irrigation. The remaining 5 years the treatments compared were simply with irrigation and no irrigation. Irrigation application time was then mostly determined by soil moisture depletion, when about 50 millimeters were consumed from the 0-80 centimeter soil layer.

Irrigation effect was significant only one year, with substantial increase in yield. The first two years irrigation apparently decreased yields. However, this result can be attributed to the effect of insufficient number of replications and to the fact that the blocks with no irrigation were benefited by their particular location in the field, where soil fertility was higher.

The remaining years, although a balanced re-sampling was made to double the replications by reducing the irrigation treatments, the climate was generally more favorable to coffee production, thus minimizing the effect of irrigation.

The use of green manure as an annual intercrop was shown to significantly decrease yields, in spite of the fact that seeds were inoculated and there was a basic substract of chemical fertilizer in all plots.

The use of organic manure in the dosage of about 12 kg every year per coffee tree (which means a group of 3-6 trees originally planted in the same hole) did not increase yields.

In no year the effect of double dosage of fertilizer was significant. The average basic dosage used was the following per tree per year: 311 g of ammonium sulphate (20,5% N), 162 g of calcium superphosphate (20% P₂O₅) and 145 g of potassium chloride (60% K₂O).

When yields of the treated plots were compared with yields of untreated border plot trees, it was shown an increase of about 38% due to the effect of chemical fertilizer alone. However, the present coffee economical situation in Brasil does not favor the use of fertilizers on a profit basis on the old coffee plantations of the type reported.

Considering the advantages of forming new coffee groves according to modern techniques, where there was before pasture land, a practice which is sure to grow in importance, it would be outdated to recommend expenditures to try to improve old coffee plantations.

The irrigation equipment used for the experiment and part of the laboratory equipment needed was acquired through a donation of the Rockefeller Foundation,, to which we owe due recognition.

LITERATURA CITADA

1. BAVER, L. D. Soil Physics. New York, John Wiley & Sons, Inc. 1940. p. 160-164.
2. FRANCO, C. M. & INFORZATO, R. Quantidade de água transpirada pelo cafeeiro cultivado ao sol. *Bragantia* 10: [247]-257. 1950.
3. ———, ——— O sistema radicular do cafeeiro nos principais tipos de solo do Estado de São Paulo. *Bragantia* 6: [443]-478. 1956.
4. ———, LAZZARINI, W., CONAGIN, A. [e outros]. A manutenção de cafézal com adubação exclusivamente mineral. *Bragantia* 19: [523]-546. 1960.
5. GOTO, Y. BARON & FUKUNAGA, E. T. Care of the young coffee orchard. Kona, Hawaii Agricultural Experiment Station, 1954. p. 1-3 [Mimeografado].
6. GRAY, ALFRED S. Sprinkler Irrigation Handbook. Rainbird Sprinkler Mfg. Corp. Glendora, California, 1948. p. 1-35.
7. LAZZARINI, W. Ensaio preliminar de irrigação de café. *Bol. Supta. Serv. Café, São Paulo* 27 (303): [408]-416. 1952.
8. MATHER, JOHN R. The measurement of Potential Evapotranspiration. Seabrook, New Jersey, 1954 (Publication in Climatology, vol. VII).
9. MORAES, F. PUPO. Acúmulo de elementos minerais no fruto do cafeeiro durante a sua formação. *Agrônômico* 8 (3,4): 6-7. 1956 (Resumo de palestra realizada na 124.ª Reunião Técnica do Instituto Agrônômico)
10. PAIVA, J. E. (neto) Em solos. Trabalho apresentado à Comissão do Café. Instituto Agrônômico, 1949. 11p. [Datilografado]
11. PEREIRA, H. C. & JONES, P. A. A tillage study in Kenya Coffee. Part I. The Effects of Tillage Practices on Coffee Yields. *Emp. J. Exp. Agric.* 22: [231]-240. 1954.
12. ———, ——— Field responses by Kenya Coffee to fertilizers, manures and mulches. *Emp. J. exp. Agric.* 22: [23]-26. 1954.
13. RICHARDS, L. A. Pressure membrane apparatus — Construction and use. *Agric. Engng*, 28: [451]-454, 460. 1947.
14. RIPPERTON, J. C., GOTO, Y. B. & PAHAU, R. K. Coffee cultural practices in the Kona District of Hawaii. Honolulu, T. H. Hawaii Agr. Exp. Sta., 1935. p. 38-63. (Bul. N.º 75).
15. SILVA, G. da. Adubação verde. São Paulo, Secretaria da Agricultura, Divisão de Fomento Agrícola, 1954. p. 1-24.

16. TOSELLO, R. N. Resultados da determinação da eficiência de aplicação de água de aspersores Rainbird 70R, bocais de 1/4 x 7/32". Seção de Irrigação, 1955-1960. (Não publicados)
17. ———, REIS, A. J. Contribuição ao estudo da irrigação e da restauração de lavoura velha de café. I — Resultados da Estação Experimental de Ribeirão Preto. *Bragantia* 20: [No prelo].
18. VEIHMEYEIR, F. J. Some factors affecting the irrigation requirements of deciduous orchards. *Hilgardia* 2: 125-288. 1927.