

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 20

Campinas, outubro de 1961

N.º 45

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA IRRIGAÇÃO E RESTAURAÇÃO DE LAVOURA VELHA DE CAFÉ (1)

I — RESULTADOS DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE RIBEIRÃO PRÊTO

RINO N. TOSELLO, *engenheiro-agrônomo, Seção de Irrigação e* ANTÔNIO J. REIS, *engenheiro-agrônomo, Estação Experimental de Ribeirão Preto, Instituto Agrônomo.*

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 de restauração de lavoura velha de café, no Estado de São Paulo, com o emprêgo da irrigação associada a outras práticas agrícolas.

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, num 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.

Foi instalado num dos melhores talhões de cafézal velho da variedade Bourbon Vermelho, plantado há mais de 40 anos, em terra do tipo rôxa-legítima, desbravada de mato virgem, na atual Estação Experimental de Ribeirão Preto, do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo.

A produção média do talhão, em 17 anos, de 1937 a 1953 foi de 31,1 arrobas de café beneficiado por mil pés ou cêrca de 572 kg/hectare e nos últimos 6 anos que precederam à instalação do ensaio alcançou 26,1 arrobas ou 480 kg/hectare. O estudo seqüencial das produções médias quadrienais progressivas revela que a produção do talhão estava em decadência.

(1) Trabalho apresentado do 8.º Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, realizado em julho de 1961, em Belém, Pará. Recebido para publicação em 31 de outubro de 1961.

Agradecimentos são devidos à Fundação Rockefeller, pelas doações feitas, que muito auxiliaram a realização deste estudo; aos engenheiros-agrônomos José E. T. Mendes e Walter Lazzarini, que eram, na ocasião da instalação do ensaio, Chefes da Seção de Café e Estação Experimental de Ribeirão Preto, pela colaboração inicialmente prestada; ao engenheiro-agrônomo Eduardo Abramides, da Seção de Técnica Experimental e Cálculo, pela colaboração nas análises estatísticas.

A análise da variância dos dados de produção revelou que o efeito da irrigação foi significativo nas colheitas de 1954 e 1955, com aumento médio de produção da ordem de 41%, não o sendo nos demais anos, que também foram mais úmidos, conforme se depreende da análise das deficiências e de balanço de água do solo. O elevado custo da irrigação, no investimento inicial, operação e manutenção, não permite atualmente o seu emprêgo em bases econômicas.

Em nenhum dos anos foi observado efeito significativo da adubação verde intercalar, porém, o decréscimo médio de 9% verificado na produção em presença desse tratamento, indica tendência prejudicial. Também não houve efeito significativo do estêrco, igualando-se as produções totais em presença e ausência desse adubo orgânico, concluindo-se que nas condições do ensaio o seu emprêgo seria dispensável.

A dosagem dupla de NPK somente num dos anos entre sete, manifestou efeito significativo ao nível de 5%.

O efeito médio da adubação em comparação com as bordaduras não adubadas foi altamente significativo com um aumento de produção da ordem de 24%. Esse efeito é atribuído à presença da dosagem simples de NPK em todos os tratamentos equivalente à aplicação das seguintes quantidades médias de fertilizantes: 320 g de sulfato de amônio (20,5% N), 170 g de superfosfato de cálcio (20% P_2O_5) e 230 g de cloreto de potássio (60% K_2O).

Pelos preços atuais de café, fertilizantes e custeio dos trabalhos agrícolas, seria difícil justificar, economicamente, o emprêgo da adubação, pelo menos nas quantidades e proporções de N, P e K aplicadas no ensaio.

Em resumo, os resultados do ensaio parecem demonstrar que cafézal velho, nas condições daquele onde foi feito o estudo relatado é irrecuperável, não compensando os melhoramentos dispensados, justificando, assim, a campanha de renovação da lavoura nas bases preconizadas pela Secretaria da Agricultura.

Nesse ensaio foi empregado o parcelamento da adubação mineral em cobertura, prática que vinha sendo usada com êxito em café no Havai, em contraste com a prática até então usual entre nós, de enterrio dos adubos e caldeamento com a terra.

I — INTRODUÇÃO

Em 1952, tendo em vista a importância atribuída pela Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo à restauração das lavouras velhas de café, que ainda apresentassem possibilidade de recuperação, e em virtude do vulto que nesse sentido vinha assumindo a irrigação pela aspersão, julgou-se de grande interesse a instalação de ensaios de restauração de cafézal através da irrigação associada a outras práticas cul-

turais, a fim de verificar em que condições seria economicamente vantajosa a recuperação das lavouras naquela condição.

Os métodos de restauração então preconizados podiam ser resumidos nos seguintes: *a*) levantamento das condições dos cafeeiros de cada talhão; *b*) levantamento das produções anuais dos talhões verificando-se quais eram deficitários — êstes 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 pés 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, mais distantes entre linhas; *f*) o despoldamento aconselhado; e *g*) a irrigação também aconselhada como prática de restauração e de formação de novas lavouras.

O rápido desenvolvimento que a irrigação pela aspersão de cafézal vinha alcançando podia ser justificado: *a*) pela incidência sem precedentes de uma longa série de anos secos que havia castigado os cafézais, reduzindo as colheitas e apressando a sua decadência; *b*) pelas condições altamente favoráveis ao mercado de café, que em virtude do equilíbrio estatístico de produção e consumo então vigentes, garantia preços remuneradores, provocando uma «corrida» para o aumento de produção unitária e de área plantada; e *c*) pela divulgação dos resultados de um ensaio preliminar de irrigação por infiltração que indicava um aumento de produção de 19 para 43 arrobas por mil pés, em média de 7 anos (8).

Daí, pois a necessidade de serem verificados através de ensaios bem planejados, os efeitos da irrigação pela aspersão, consorciada a outras práticas culturais, em lavouras velhas tidas como recuperáveis, e na formação de novas lavouras, para a obtenção de dados suficientes para uma melhor orientação de técnicos e lavradores.

Com os recursos proporcionados pela Fundação Rockefeller (2) foram importados, em 1952, dois pequenos conjuntos de irrigação des-

(2) Doação de US\$15.000 dólares que permitiu adquirir, além dos conjuntos de irrigação, alguns aparelhamentos de laboratório e de campo, imprescindíveis a estudos de irrigação.

tinados, respectivamente, às estações experimentais de Ribeirão Preto e Pindorama, onde foram instalados ensaios semelhantes.

Porteriormente, foi instalado mais um ensaio ampliado com o mesmo intuito, na Estação Experimental de Botucatu, em colaboração com técnicos e recursos proporcionados pelo Ministério da Agricultura, repartição a que pertence aquela Estação.

No presente trabalho são apresentados os resultados do ensaio de irrigação e restauração de lavoura velha de café, instalado na Estação Experimental de Ribeirão Preto, 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 5 da Estação Experimental de Ribeirão Preto, onde os cafeeiros haviam sido plantados há mais de 40 anos, com a variedade comum da época *Coffea arabica* L. var. *bourbon* (B. Rodr.) Choussy, com o espaçamento usual de 16 palmos (êrca de 3,50 m), em quadrado, em covas abertas em terra de derrubada de mata virgem e semeadura direta na cova, formando-se em cada cova um grupo de plantas (geralmente 5 a 8) e que constitui a unidade cafeeiro da prática.

Na figura 1 é mostrada a variação das produções do talhão nos 17 anos precedentes até 1953. A produção média nesse período foi de 31,1 arrobas por 1.000 pés ou seja 572 kg/hectare, e nos últimos 6 anos que precederam o ensaio alcançou 26,1 arrobas ou 480 kg/hectare, comparável à média do Estado que na época girava em tórno de 25 arrobas ou êrca de 460 kg/hectare.

As grandes variações observadas nas produções anuais mostram a regularidade nos «altos» e «baixos», fenômeno conhecido por interação bienal, isto é, o efeito principal de uma safra sôbre a seguinte, verificando-se também que a amplitude da variação está relacionada ao mesmo fenômeno. Como êste efeito não é o único a afetar as produ-

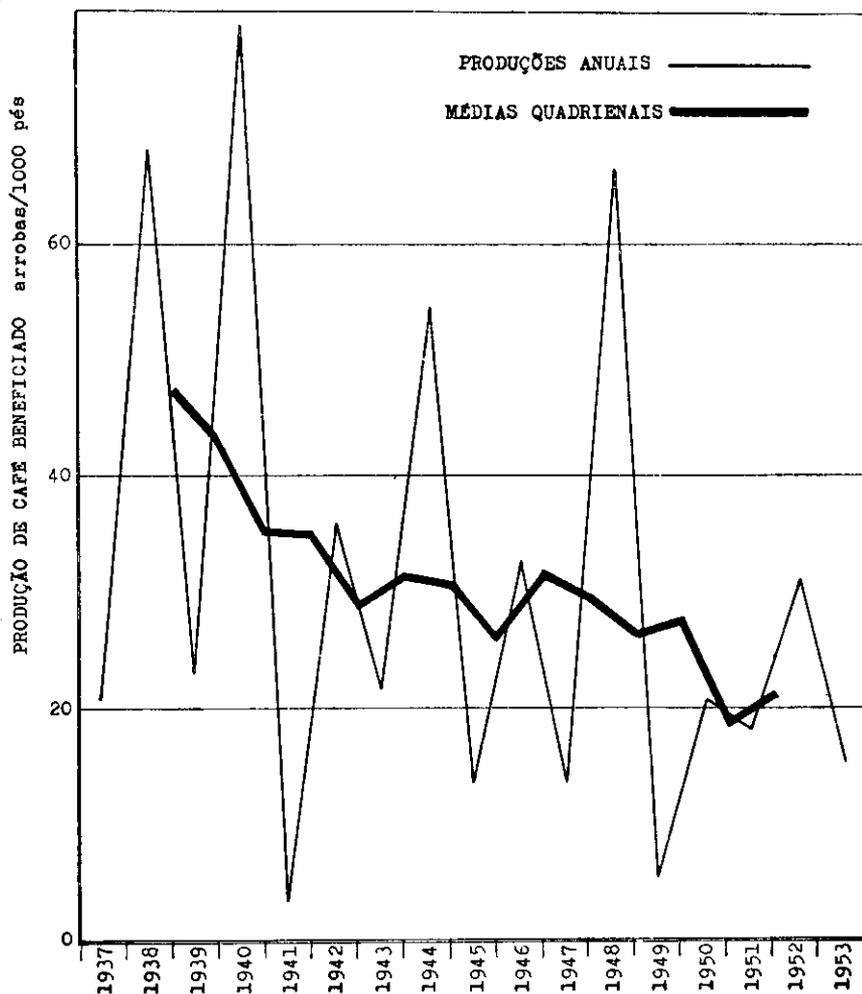


FIGURA 1. — Diagrama das produções anuais de café e das médias quadrienais progressivas do talhão 5, da Estação Experimental de Ribeirão Preto, anteriores à instalação do ensaio de irrigação e restauração de café.

ções de café, sujeitas que estão também à interação de fatores genéticos e mesológicos, é fácil concluir que a média de produção de um pequeno número de anos não pode dar uma idéia segura da capacidade produtiva da lavoura.

Analisando-se as produções do talhão pela média quadrienal progressiva, verifica-se conforme é mostrado na figura 1, que a lavoura esta-

va em decadência. É interessante observar que o abaixamento da média é lento, parecendo ser provocado pela menor frequência dos anos de alta produção seguido de períodos cada vez mais longos para a lavoura se refazer. A decadência tornou-se visível através da análise da média quadrienal progressiva, que atenua o efeito dos anos de produção muito alta ou muito baixa e em virtude do número relativamente elevado de anos de produção anotados, possibilitando a aplicação desse método gráfico de análise seqüencial.

Como preparo para a instalação do ensaio foi o talhão replantado onde havia falhas e pés ruins, tendo-se procedido também a uma poda de limpeza, com a eliminação de galhos secos e improdutivos. O número de replantas feitas na ocasião foi de 58, num total de 1.024 plantas úteis dos canteiros, sem considerar as bordaduras.

Pelo protocolo feito em 1953, após a colheita em branco, a condição dos canteiros do ensaio era a seguinte:

CLASSES DE PLANTAS	Frequência	Porcentagem
Falhas	5	0,5
Replantas	58	5,8
Plantas ruins	445	44,3
Plantas regulares	324	32,3
Plantas boas	172	17,1

Verifica-se que as plantas boas e regulares representaram cerca de 50% do total e que as replantas feitas atingiram apenas a 5,8%. Essa condição, na opinião dos técnicos de café, podia ser considerada como muito boa para cafézal velho, denotando que o talhão estava sendo bem cuidado.

2.2 — CONDIÇÃO DO SOLO

O solo onde foi instalado o ensaio pertence à série agro-geológica **Terra-Rôxa-Legítima**, originada da decomposição profunda de rochas diabásicas, com propriedades físico-químicas próprias dessa grande série de formação geológica mesozóica-triássica-Botucatu.

No quadro 1 são apresentados os dados de análise química procedida pela Seção de Agrogeologia do Instituto Agrônomo, e no quadro 2 os dados de análise física, sendo que os dados de composição granulométrica e de massa específica real, também foram determinados por aque-

Quadro 1. — Dados médios das propriedades químicas de quatro perfis de solo do local do ensaio de irrigação e restauração de café na Estação Experimental de Ribeirão Preto, 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	
			C	N	Ca**	Mg**	K*	Al***	H*	S	PO---		Mn**
	pH		g	g	e. mg	e. mg	e. mg	e. mg	e. mg	e. mg	e. mg	e. mg	%
0-20	5,59	12,1	2,17	0,18	4,19	0,93	0,36	0,15	13,4	5,48	2,08	0,255 29,0
20-50	5,58	12,9	1,42	0,11	2,36	0,54	0,13	0,52	11,0	3,03	1,38	0,105 21,6
50-80	5,36	12,8	0,94	0,08	1,28	0,28	0,11	0,20	11,4	1,67	1,27	0,097 12,8

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

QUADRO 2. — Dados médios de algumas propriedades físicas de quatro perfis de solo do local do ensaio de irrigação e restauração de café, na Estação Experimental de Ribeirão Preto.

Camada de solo cm	Análise Mecânica (*)			Massa específica		Umidade		Água disponível			Porosidade		
	grosa Areia	Limo	Argila	Real (*)	Aparente	Capac. Campo	Murch.	Peso	Volume	Altura	Total	Macro	Micro
0-20	2,4	49,1	48,5	2,95	1,01	30,0	19,7	10,3	10,4	20,8	65,8	35,5	30,3
20-50	2,4	37,8	59,8	2,96	0,95	31,4	21,2	10,2	9,7	29,1	67,9	38,1	29,8
50-80	2,4	37,6	60,0	3,02	0,95	31,9	21,7	10,2	9,7	29,1	68,5	38,2	30,3

(*) Determinações feitas pela Seção de Agroecologia do Instituto Agronômico.

la 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 Agrônômico, que empregou um método crítico que permite avaliar, com relativa precisão, aquela característica. A umidade de murchamento foi determinada pelo método padrão do extrator de membrana, com extração a 15 atmosferas (13), que nesta série de solo dá boa aproximação com os valores observados de campo. Os valores da altura de água disponível foram calculados pela fórmula:

$$h = (U_c - U_m) \rho_a H/10 \quad (17)$$

a porosidade total calculada pela fórmula:

$$P = \left(1 - \frac{\rho_a}{\rho_r}\right) \cdot 100$$

onde ρ_a e ρ_r são respectivamente as densidades aparente e real em g/ml e P a porosidade total em porcentagem do volume de solo. A macroporosidade foi obtida deduzindo-se da porosidade total o volume de poros ocupado pela água do solo, no teor de capacidade de campo. Este teor de umidade, expresso em porcentagem de volume, é a microporosidade, em virtude da cessação do movimento gravitativo (1).

Apesar do teor elevado de argila, as propriedades físicas do solo são excelentes, devido a porosidade total elevada, a alta proporção de macroporos e a ausência de horizonte iluvial ao longo do perfil, não oferecendo barreira mecânica à penetração e desenvolvimento do sistema radicular da planta.

A água disponível é uniforme ao longo do perfil, podendo expressar-se quantitativamente pela regra simples de no mínimo um milímetro de água disponível para cada centímetro de profundidade do solo. Maior capacidade de água disponível é prejudicada pela ocorrência de baixa densidade específica aparente ao longo de todo o perfil.

Segundo Paiva (10), o fato de apresentar propriedades físicas excepcionais e de toda a riqueza em bases achar-se na forma trocável, tornam as terras róxas particularmente sensíveis aos melhoramentos de adubação, quando «cansadas», que é a condição a que chega o solo nos cafêzais velhos.

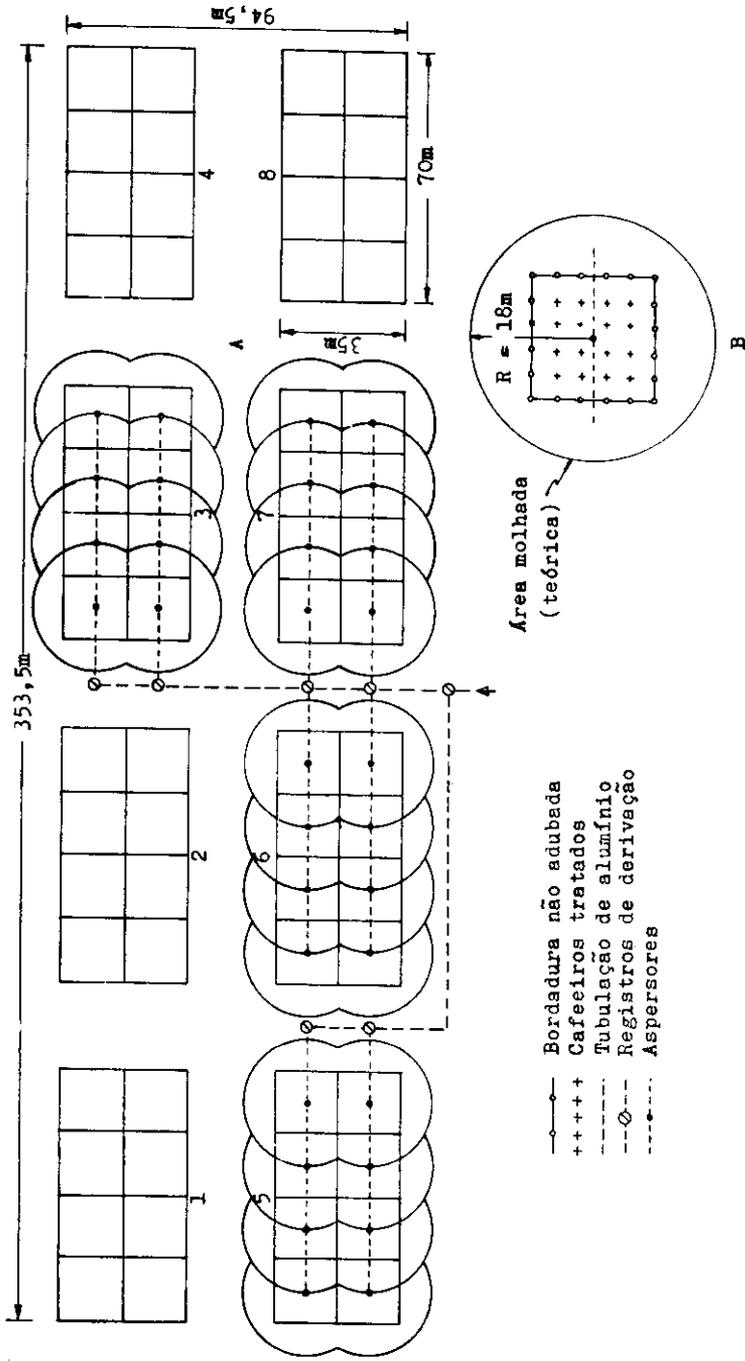


FIGURA 2. — A: Esquema de campo do ensaio de irrigação e restauração de lavoura velha de café da Estação Experimental de Ribeirão Preto; B: Detalhe de um canteiro irrigado mostrando a sua posição de simetria em relação à área molhada pelo aspersor.

2.3 — DELINEAMENTO

O esquema detalhado do ensaio, apresentado na figura 2, mostra que o delineamento usado foi o de blocos subdivididos com fatorial 2^3 nos canteiros, num total de 8 grandes blocos, cada um com 8 canteiros de 16 plantas úteis, totalizando 128 árvores por bloco e 1024 plantas úteis no ensaio; adicionando as 103 bordaduras de cada bloco, dá um total de 1848 árvores, sem contar as bordaduras entre blocos, que perfazem outras 1008 plantas, com um total geral de 1856 unidades ocupando a área aproximada de 35.000 metros quadrados.

2.3.1 — TRATAMENTOS DE IRRIGAÇÃO

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

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

Em virtude da pouca diferença observada na produção de blocos irrigados e da dificuldade prática de manter sob controle tratamentos fixos de irrigação, do pequeno número de repetições e da desigualdade inicial entre canteiros, revelada pelos resultados da colheita em branco e pelo protocolo posteriormente realizado, adotou-se a técnica experimental consagrada pela estatística de reduzir os tratamentos principais, procedendo a um re-sorteio balanceado dos novos tratamentos de forma a aumentar a precisão do experimento. Assim, à partir de 1955, os tratamentos de irrigação passaram a ser os seguintes:

- i_0 — testemunha sem irrigação
- i_1 — irrigado quando cerca de 55 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 — " " " " + matéria orgânica
- ea — " " " " + " " + adubação verde anual intercalar

- a — dosagem simples de NPK + adubação verde anual intercalar
 (NPK) — dosagem dupla de NPK
 (NPK)e — " " " " + matéria orgânica
 (NPK)ea — " " " " + " " + aduba-
 ção verde anual intercalar
 (NPK)a — dosagem dupla de NPK + adubação verde anual intercalar.

Como se observa, desde o início de sua instalação, todo o ensaio já tinha como substrato uma adubação básica de NPK completa, sendo as seguintes as dosagens então empregadas em grama por pé por ano:

FERTILIZANTES	<i>Dosagens</i>	
	<i>Simple</i> s	<i>Dupla</i>
Sulfato de amônio (20,5% de N)	70 g	140 g
Farinha de ossos (28% de P ₂ O ₅)	100 g	200 g
Cloreto de potássio (60% de K ₂ O)	150 g	300 g

A matéria orgânica foi sempre aplicada na base de 18 litros (cêrca de 10 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 Agrônômico do Estado de São Paulo, para a manutenção e restauração de cafêzais velhos; a dose dupla foi incluída na suposição que a irrigação fôsse possivelmente dobrar as colheitas.

Todavia, com as rápidas transformações sofridas no mercado mundial do café ante a concorrência dos demais países cafeeiros e à luz dos novos conhecimentos práticos de adubação, tornou-se evidente que as adubações deveriam ser intensificadas e reformuladas numa tentativa de elevar econômicamente as produções. Assim, seguindo o exemplo de emprêgo de dosagens maciças de adubação mineral, que vinham sendo usadas com êxito no Hawaii (5, 14), e os resultados preliminares de ensaio de adubação de café em andamento no Instituto Agrônômico posteriormente publicados (4), as dosagens a partir de 1956 passaram a ser as seguintes, em gramas por pé por ano:

FERTILIZANTES	<i>Dosagens</i>	
	<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)	200 g	400 g
Cloreto de potássio (60% de K ₂ O)	300 g	600 g

Com o aumento das dosagens, e seguindo os progressos que se verificavam na forma de aplicação dos adubos, os parcelamentos que eram em número de 3 passaram a 4 e posteriormente a 6 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 orgânicos (1) feitas no ensaio de irrigação e restauração de lavoura velha de café, na Estação Experimental de Ribeirão Preto.

Ano agrícola	Adubos aplicados	Parcelamento					
		Primeiro	Segundo	Terceiro	Quarto	Quinto	Sexto
1953-1954 ..	n	27 out.	19 jan.	3 mar.	—	—	—
	pk	27 out.	—	—	—	—	—
	e	27 out.	—	—	—	—	—
1954-1955 ..	n	5 out.	28 jan.	19 abr.	—	—	—
	pk	5 out.	—	—	—	—	—
	e	5 out.	—	—	—	—	—
1955-1956 ..	n	20 out.	26 jan.	20 abr.	—	—	—
	pk	20 out.	—	—	—	—	—
	e	20 out.	—	—	—	—	—
1956-1957 ..	npk	6 ago.	17 out.	22 jan.	22 fev.	—	—
	e	—	17 out.	—	—	—	—
1957-1958 ..	npk	26 jul.	25 out.	17 jan.	4 mar.	—	—
	e	—	25 out.	—	—	—	—
1958-1959 ..	npk	8 ago.	21 out.	26 dez.	18 mar.	—	—
	e	—	21 out.	—	—	—	—
1959-1960 ..	npk	20 out.	11 dez.	20 jan.	19 fev.	20 mar.	18 abr.
	e	20 out.	—	—	—	—	—

(1) Os significados dos símbolos são n = sulfato de amônio; pk = adubo fosfatado + adubo potássico aplicados juntos; e = estêrco; npk = adubos minerais aplicados conjuntamente em cobertura.

A aplicação da adubação orgânica foi feita sempre em enterrío, caldeando-se com a terra em sulco ou abertura feita em **meia lua**, na projeção externa da saia, mudando-se a posição da abertura 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 também foi feita em enterrío, em mistura ou não com o estêrco, conforme o tratamento, seguindo-se as recomendações da

época. O sulfato de amônio foi aplicado em três parcelamentos iguais, na projeção da saia, sempre em cobertura, tomando-se por base os meses de outubro, janeiro e março.

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. Essa inovação introduzida na maneira de aplicar os adubos minerais foi rapidamente aceita por técnicos e lavradores, generalizando-se o seu emprêgo no Estado de São Paulo.

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

As adubações verdes anuais foram feitas ora com *Crotolaria juncea* ora com feijão-de-porco, a preferência sendo pela primeira em virtude do menor tamanho da semente, maior facilidade de sua obtenção e também pela maior produção de massa verde, podendo-se inclusive dar dois cortes, fato que posteriormente foi julgado não ser vantajoso, pois atrasando o segundo corte haveria concorrência prejudicial ao cafeeiro em época que os frutos já grandes, mais exigem da planta, conforme posteriormente pode ser claramente inferido do trabalho de Morais (9).

Nos anos de 1953, 1954 e 1957 as sementes de *Crotolaria juncea* foram inoculadas com culturas de *Rhizobium* sp. fornecidas pela Seção de Tecnologia do Instituto Agronômico, com a finalidade de criar condições mais favoráveis para a assimilação de azoto atmosférico por parte das bactérias que formariam os nódulos na raiz da leguminosa, seguindo-se a técnica cujos detalhes são dados no trabalho de Silva (15). Devido ao fato de a bactéria permanecer no solo e ser também específica do feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes* DC), as inoculações deixaram de ser feitas anualmente. A alternância mantida entre essas leguminosas evitou que a «murcha» dominasse as culturas de *Crotolaria juncea*, à qual é altamente suscetível. As datas de semeadura e corte das leguminosas são indicadas no quadro 4.

QUADRO 4. — Datas de semeadura e cortes do adubo intercalar plantado no ensaio de irrigação e restauração de café da Estação Experimental de Ribeirão Preto.

Adubo verde e ano agrícola	Datas das operações		
	Semeadura	1.º Corte	2.º Corte
<i>C. juncea</i> - 1953/54 ..	3 nov. 1953	19 jan. 1954	11 mar. 1954
<i>C. juncea</i> - 1954/55 ..	22 nov. 1954	27 jan. 1955	29 mar. 1955
F. de porco - 1955/56 ..	22 nov. 1955	10 fev. 1956	—
<i>C. juncea</i> - 1956/57 ..	18 nov. 1956	7 fev. 1957	—
<i>C. juncea</i> - 1957/58 ..	16 dez. 1957	7 mar. 1958	—
F. de porco - 1958/59 ..	4 nov. 1958	19 jan. 1959	—
F. de porco - 1959/60 ..	5 nov. 1959	27 jan. 1960	—

2.4 — CONTRÔLE DAS IRRIGAÇÕES

2.4.1 — CRITÉRIO ADOTADO

Como já foi mencionado, nos anos de 1953 e 1954 os tratamentos de irrigação foram fixos. Nessas condições, logo se verificou que o controle das irrigações eram dificultados pelas irregularidades climáticas e que o único meio prático de controlar os tratamentos de irrigação seria através da manutenção do balanço de água do solo. Para tanto havia a necessidade de conhecer, periodicamente, o teor de unidade ao longo da camada de solo mais intensamente explorada pelas raízes, a capacidade de campo, a umidade de murchamento, a densidade aparente e o máximo de água disponível que poderia ser retirado do solo sem ocasionar danos à planta. Nesse sentido os estudos de Franco e Inforzato (5, 6), e os dados acumulados durante aqueles dois anos de ensaio, permitiram estabelecer que 45 a 55 milímetros de água disponível poderiam ser evapotranspirados da camada de 0-80 cm de solo sem a apresentação de sintomas evidentes de falta de água por parte do cafeeiro formado.

A partir de 1955, com o re-sorteio balanceado dos canteiros, foi iniciado o controle das irrigações com base nas determinações de umidade e da água disponível consumida, adotando-se o critério de irrigar quando fôssem consumidos cerca de 55 milímetros de água disponível daquela camada de solo. Esse critério, na prática da irrigação de café, determina aplicações brutas da ordem de 80 milímetros, considerando uma eficiência de aplicação da ordem de 70%, com a vantagem de estabelecer intervalos de irrigação razoavelmente longos e evitar grandes perdas de água através da evaporação direta do solo. As aplicações muito «leves»

de água são desaconselháveis, apresentando os inconvenientes de *a*) aumentar as perdas de água pela evaporação, diminuindo a eficiência do método de aplicação; *b*) encurtar o intervalo, aumentando o número total de irrigações, de mudanças de tubulações laterais e mestres, encarecendo o custo de operação, aumentando o desgaste e a possibilidade de ocorrerem acidentes, e finalmente diminuindo a capacidade do equipamento; *c*) manter o terreno maior número de vezes próximo da capacidade de campo, inconveniente sério nas nossas condições climáticas irregulares, em virtude da possibilidade da ocorrência de grandes chuvas logo após as irrigações e conseqüente lixiviação de elementos fertilizantes, especialmente de nitratos; e *d*) diminuir a possibilidade de aproveitamento total de chuvas caídas nos intervalos entre irrigações como «irrigação natural».

2.4.2 — AMOSTRAGEM DO SOLO

Os processos de amostragem do solo para obtenção de resultados consistentes de determinações de umidade sofreram modificações em virtude da impossibilidade do amostrador «Veihmeyer», que é o instrumento geralmente utilizado em estações experimentais de irrigação, de operar satisfatoriamente nas terras-roxas e, também, devido a manifesta irregularidade do sistema radicular de cafeeiros velhos sujeitos ao «die-back» conforme já foi assinalado por Pereira (11). Outros amostradores, como os trados comuns de saca-rolha e de sondagem foram experimentados sem grande sucesso. As amostras a diferentes profundidades somente poderiam ser coletadas sem mistura através do emprêgo de enxada ou cavadeira «Pacetta», optando-se, finalmente, por esta, por ser a que menos dano ocasionava ao local de amostragem. Mais recentemente (17), foi idealizado um amostrador tubular de percussão próprio para as terras-roxas, simplificando-se dessa forma o problema de amostragem para fins de irrigação e de estudos de balanço de água do solo, achando-se também em estudo pela Seção de Irrigação do Instituto Agrônômico novos instrumentos de amostragem mais profunda.

O método de amostragem empregado consistiu em coletar às profundidades de 0-20, 20-50 e 50-80 cm, (em alguns casos chegando-se até 1,50 m) em cada canteiro de dois blocos irrigados, junto à projeção externa da copa do cafeeiro escolhido ao acaso (rejeitando-se aquêle em mau estado), uma amostra de terra média da camada, em lata de tara constante, coletando-se ao todo $3 \times 8 \times 2 = 48$ amostras, que eram levadas

ao laboratório, reduzidas ao mesmo pêso úmido e colocadas em estufa provida de ventilação forçada, onde permaneciam à temperatura de 105°C durante cêrca de 14 horas, tempo suficiente para que atingissem pêso constante. Eram então pesadas, entrando-se com o valor do pêso sêco (tara + solo sêco) numa tabela que dava diretamente o teor de umidade, sem nenhum cálculo.

A freqüência da amostragem chega a ser, no período sêco, semanal, podendo ser dispensada no período das águas. Todavia, como os dados de amostragem também servem para a verificação da eficiência de fórmulas de evapotranspiração e correlação com fatores climáticos, a freqüência mesmo naquele período tem sido propositalmente mantida a intervalos também semanais, durante períodos selecionados.

2.4.3 — APLICAÇÃO DE ÁGUA

Conforme pode ser visto no esquema apresentado na figura 2, cada bloco era irrigado em duas posições sucessivas de uma linha lateral que continha 4 aspersores em operação simultânea, cada aspersor ocupando o centro aproximado de um canteiro, distanciados entre si cêrca de 17,60 m nas linhas x 17,60 m entre linhas, espaçamento adequado para o aspersor empregado, tipo Rainbird nº 70, com bocais de 1/4 x 7/32".

Como a vasão dos aspersores é função do diâmetro dos bocais e da pressão de operação, construiu-se um ábaco especial para os aspersores no espaçamento utilizado, indicando a intensidade da precipitação horária em função da pressão manométrica lida num manômetro estrategicamente situado ao longo da lateral.

A fim de evitar trabalhos de computação no campo, foi construído um nomograma de linhas paralelas que permitia determinar a qualquer instante, o tempo de operação da irrigação com base na precipitação horária e na quantidade total de água a ser aplicada.

Para a eficiência da irrigação adotou-se o valor de 70%, em virtude de resultados de determinações experimentais realizadas na Estação Experimental «Dr. Theodureto de Camargo» em Campinas, em campo aberto, já que seria impraticável procedê-las em cafézal onde cada cafeeiro se constitui num obstáculo interceptando a livre distribuição de água.

Tanto quanto possível procurou-se manter as pressões de operação dos aspersores dentro dos limites recomendados pelos fabricantes (6), aumentando-se a pressão quando houvesse calma atmosférica, para apres-

sar as irrigações, ou então diminuindo-a nas ocasiões que sopravam ventos constantes e relativamente fortes, evitando-se mesmo irrigar nos dias de muito vento.

Considerando-se a grande área do ensaio e a necessidade de abreviar o intervalo de tempo decorrido entre canteiros irrigados, parte das irrigações foram obrigatoriamente feitas durante tôda a noite.

2.5 — TRATOS CULTURAIS

Os seguintes tratos culturais foram normalmente feitos na lavoura de café: capinas manuais à enxada, quando necessárias e de acôrdo com as possibilidades práticas; adubações conforme o esquema já mencionado e operação de poda de limpeza, ocasionalmente feita para eliminar os galhos sêcos.

Antes da instalação do ensaio todo o talhão foi replantado e procedeu-se também a uma poda de limpeza.

2.6 — COLHEITA

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

O café colhido era então levado para o terreiro e submetido ao processo de seca natural, obtendo-se então o pêsco de 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 no chão, operação conhecida praticamente 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 a fim de ser lavada para eliminar o restante das impurezas e de completar a secagem para a obtenção do pêsco de café em côco.

A soma dos resultados das duas colheitas, da árvore e do chão, ou simplesmente do pano e varrição, é a que figura nos valores dos quadros de produção dos canteiros apresentados neste trabalho.

Logo depois da colheita era por norma fazer-se uma só varrição. Porém houve um ano que se praticou essa operação adicional antecedendo a colheita, cuja época, segundo a prática usual, era normalmente ditada pelo grau de amadurecimento dos frutos, a fim de evitar, tanto

quanto possível, queda acentuada de frutos secos. É do conhecimento comum dos lavradores de café, que o atraso da colheita é prejudicial à safra futura e acarreta também maior queda e perda conseqüente de café no chão, podendo ficar enterrado, apodrecer, germinar ou ser arrastado pela enxurrada nas ocasiões de muita chuva.

3 — RESULTADOS

3.1 — ANÁLISE DAS PRODUÇÕES

a) **Colheita em branco** — Na colheita em branco realizada em 1953, obtiveram-se os seguintes resultados para os totais dos canteiros, em kg de café em côco:

TRATAMENTOS	<i>Produção - kg</i>
NPK, dose simples	317,2
NPK, dose dupla	292,4
Diferença porcentual	-8,5%
Com estêrco	322,9
Sem estêrco	286,7
Diferença porcentual	-12,6%
Com adubação verde	275,2
Sem adubação verde	334,4
Diferença porcentual	+21,5%
Com irrigação	283,6
Sem irrigação	312,0
Diferença porcentual	+10,0%

Como se observa, de início já havia diferenças relativamente pronunciadas, especialmente dos canteiros destinados aos tratamentos sem adubo verde. Todavia, a uniformidade das diferenças dos demais tratamentos parece indicar uma variabilidade normal da ordem de 10% entre tratamentos de adubação e de irrigação.

b) **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 Ribeirão Preto. Colheita de 1954 ⁽¹⁾

Tratamentos	i ₁		i ₂		i ₃		i ₀		Totais
	D11	D12	D21	D22	E21	E22	T 1	T 2	
(1)	48,3	37,1	60,4	64,5	52,0	49,6	33,3	43,7	388,9
e	56,0	78,3	71,0	39,8	62,0	73,6	47,5	38,3	466,5
a	63,7	84,2	71,7	43,4	39,9	35,3	39,1	49,1	426,4
ea	58,8	43,1	54,8	47,2	44,6	42,9	40,6	51,7	383,7
(NPK)	61,1	67,5	68,4	59,9	46,0	56,9	49,3	52,2	461,3
(NPK)e	50,3	52,5	56,3	45,7	47,0	53,1	40,0	39,2	384,1
(NPK)a	59,5	65,9	59,9	44,6	44,5	32,1	45,0	24,8	396,3
(NPK)ea	62,9	58,0	67,4	52,1	45,6	56,1	56,0	38,3	436,4
Totais	460,6	486,6	509,9	397,2	381,6	419,6	350,8	337,3	3.343,6
m ₁ = 1665,5	e ₀ = 1672,9		a ₀ = 1700,8		i ₀ = 688,1				
m ₂ = 1678,1	e ₁ = 1670,7		a ₁ = 509,6		i ₁ = 947,2				
					i ₂ = 907,1				
					i ₃ = 801,2				

(1) O significado dos símbolos empregados é o seguinte: m₁ e m₂, respectivamente, soma dos tratamentos que levaram a dosagem básica e dupla de NPK; e₀ e e₁, respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com estêrco; a₀ e a₁, respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com adubação verde intercalar.

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 Ribeirão Preto. Colheita de 1955 ⁽¹⁾

Tratamentos	i ₁		i ₂		i ₃		i ₀		Totais
	D11	D12	D21	D22	E21	E22	T 1	T 2	
(1)	14,9	15,2	17,2	19,6	19,3	19,1	8,5	11,5	125,3
e	21,5	15,7	11,5	27,3	18,9	22,3	9,6	7,7	134,5
a	13,0	12,8	16,2	25,8	13,9	13,6	6,0	7,6	108,9
ea	14,5	17,7	19,7	30,1	14,5	16,4	5,0	6,8	124,7
(NPK)	15,1	12,9	18,3	28,8	17,2	15,1	11,4	7,3	126,1
(NPK)e	20,1	18,0	15,6	18,0	13,6	13,3	10,9	8,2	117,7
(NPK)a	21,0	18,7	22,6	22,3	17,2	25,3	9,1	7,5	143,7
(NPK)ea	9,4	21,1	14,4	20,6	20,3	21,0	17,4	8,1	132,3
Totais	129,5	132,1	135,5	192,5	134,9	146,1	77,9	64,7	1.013,2
m ₁ = 493,4	e ₀ = 504,0		a ₀ = 503,6		i ₀ = 142,6				
m ₂ = 519,8	e ₁ = 509,2		a ₁ = 509,6		i ₁ = 261,6				
					i ₂ = 328,0				
					i ₃ = 281,0				

(1) O significado dos símbolos empregados é o seguinte: m₁ e m₂, respectivamente, soma dos tratamentos que levaram a dosagem básica e dupla de NPK; e₀ e e₁, respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com estêrco; a₀ e a₁, respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com adubação verde intercalar.

A análise da variância neste primeiro ano de ensaio revela um efeito significativo dos tratamentos irrigados em relação ao não irrigado, ao nível de 5%, com um acréscimo médio de produção da ordem de 29%; porém, não houve diferença dos tratamentos irrigados entre si; não houve significância no efeito simples e nas interações duplas dos tratamentos de adubação; houve efeito significativo na interação tripla, aumento de (NPK)xExA ao nível de 1%.

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

A análise da variância neste segundo ano de ensaio revela um efeito significativo dos tratamentos irrigados em relação ao não irrigado, ao nível de 1%, com um acréscimo médio de produção da ordem de 103,5%, porém não houve diferença dos tratamentos irrigados entre si; não houve significância no efeito simples dos tratamentos de adubação e suas interações, com exceção do efeito significativo da interação dupla (NPK)xA, ao nível de 5%, com aumento de produção.

d) **Colheita do biênio 1954/55** — Os dados de produção corres-

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 Ribeirão Preto. Colheitas de 1954 e 1955 (1)

Tratamentos	i ₁		i ₂		i ₃		i ₀		Totais
	D11	D12	D21	D22	E21	E22	T 1	T 2	
(1)	63,2	52,3	77,6	84,1	73,1	68,7	41,8	55,2	514,2
e	77,5	94,0	82,5	67,1	80,9	95,9	57,1	46,0	601,0
a	76,7	97,0	87,9	69,2	53,8	48,9	45,1	56,7	535,3
ea	73,3	60,8	74,5	77,3	59,1	59,3	45,6	58,5	508,4
(NPK)	76,2	80,4	86,7	88,7	63,2	72,0	60,7	59,5	587,4
(NPK)e	70,4	70,5	71,9	63,7	60,6	66,4	50,9	47,4	501,8
(NPK)a	80,5	84,6	82,5	66,9	61,7	77,4	54,1	32,3	540,0
(NPK)ea	72,3	79,1	81,8	72,7	65,9	77,1	73,4	46,4	568,7
Totais	590,1	618,7	645,4	589,7	516,5	565,7	428,7	402,0	4.356,8

$$\begin{array}{llll}
 m_1 = 2158,9 & e_0 = 2176,9 & a_0 = 2204,4 & i_0 = 830,7 \\
 m_2 = 2197,9 & e_1 = 2179,9 & a_1 = 2152,4 & i_1 = 1208,8 \\
 & & & i_2 = 1235,1 \\
 & & & i_3 = 1082,2
 \end{array}$$

(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 NPK₀ 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.

pondentes à reunião dos anos agrícolas de 1953/54 e 1954/55 são apresentados no quadro 7.

A análise da variância do biênio 1954/55 e apresentada em detalhe no quadro 8, revela que houve efeito altamente significativo dos tratamentos irrigados em relação ao não irrigado, com acréscimo médio de produção da ordem de 42%, porém não houve diferença dos tratamentos irrigados entre si; não houve significância do efeito simples e das intera-

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. tratamentos (irrig.)	3	6.403,88	2.134,63	19,37 ^{xx}
Irrig. x não irrigado	1	5.568,52	5.568,52	50,06 ^{xx}
25 x 50 mm	1	104,79	104,79	0,95
50J x 50A	1	730,57	730,57	6,28
Resíduo (a)	4	440,88	110,22	—
E. adubos	7	1.220,96	174,42	2,60
(NPK)	1	23,77	23,77	—
E	1	0,14	0,14	—
(NPK)xE	1	213,16	213,16	3,18
A	1	42,25	42,25	—
(NPK)xA	1	129,39	129,39	1,93
ExA	1	0,01	0,01	—
(NPK)xExA	1	812,25	812,25	12,12 ^{xx}
Ad. x Trat.	21	2.712,85	129,18	1,93
Resíduo (b)	28	1.876,59	67,02	—
Total	63	12.655,16	—	—

ções duplas dos tratamentos de adubação; houve efeito significativo da interação tripla (NPK)xExA, ao nível de 1%.

Os coeficientes de variação foram, respectivamente, de 15% para os tratamentos de irrigação, de 12% para os de adubação e de 39% para **anos**, devido ao conhecido fenômeno de interação bional que afeta as produções de café.

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

A análise da variância referente aos dados apresentados no quadro 9 revela efeito não significativo da irrigação, apesar de se ter verificado um acréscimo de produção da ordem de 21%; não houve significância no efeito dos tratamentos de adubação, seja simples ou nas suas interações duplas ou tripla.

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 Ribeirão Preto. Colheita de 1956 ⁽¹⁾

Tratamentos	i ₁				i ₀				Totais
	3	5	6	7	1	2	4	8	
(1)	34,6	36,8	25,3	24,2	22,2	19,4	18,8	47,9	229,2
e	24,4	27,5	35,5	33,9	35,5	20,5	29,3	41,5	238,1
a	21,2	25,9	29,4	47,4	17,5	15,0	25,8	29,2	211,4
ea	26,5	29,7	23,5	45,7	21,7	18,5	28,2	26,4	220,2
(NPK)	26,7	31,8	34,2	43,2	27,5	25,9	28,7	36,7	254,7
(NPK)e	21,2	28,9	35,2	39,3	24,6	19,2	22,9	31,2	222,5
(NPK)a	16,5	28,6	31,3	49,4	21,0	17,2	26,3	29,4	219,7
(NPK)ea	26,8	32,9	35,0	38,0	27,2	31,3	29,7	32,2	253,1
Totais	197,9	242,1	249,4	321,1	187,2	167,0	209,7	274,5	1848,9

$$m_1 = 898,9$$

$$e_0 = 915,0$$

$$a_0 = 944,6$$

$$i_0 = 838,5$$

$$m_2 = 950,1$$

$$e_1 = 934,0$$

$$a_1 = 904,4$$

$$i_1 = 1010,5$$

(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_0 e e_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com estêreo; a_0 e a_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com adubação verde intercalar.

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 Ribeirão Preto. Colheita de 1957 ⁽¹⁾

Tratamentos	i ₁				i ₀				Totais
	3	5	6	7	1	2	4	8	
(1)	20,3	10,7	18,7	25,0	22,7	17,5	23,6	13,2	151,7
e	19,9	21,1	15,2	18,6	21,6	29,2	29,1	16,5	171,2
a	15,9	24,9	16,8	9,4	13,7	22,8	22,0	18,2	143,7
ea	15,7	22,1	11,7	23,1	20,6	16,0	21,7	20,4	151,3
(NPK)	17,7	13,0	19,6	9,6	20,7	32,0	17,5	19,8	149,9
(NPK)e	24,6	13,3	8,6	23,9	25,5	19,6	21,4	14,4	151,3
(NPK)a	25,6	13,8	22,6	13,8	23,4	29,3	30,5	20,7	180,1
(NPK)ea	26,8	12,7	19,0	25,5	18,5	23,5	22,5	10,9	159,4
Totais	166,5	131,6	132,2	148,9	166,7	189,9	188,7	134,1	1258,6

$$m_1 = 617,9$$

$$e_0 = 625,4$$

$$a_0 = 624,1$$

$$i_0 = 679,4$$

$$m_2 = 640,7$$

$$e_1 = 633,2$$

$$a_1 = 634,5$$

$$i_1 = 579,2$$

(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 estêreo; a_0 e a_1 , respectivamente, a soma dos tratamentos sem e com adubação verde intercalar.

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

A análise da variância referente aos dados apresentados no quadro 10 revela efeito não significativo da irrigação, com decréscimo de produção da ordem de 15,0%; não houve significância no efeito dos tratamentos de adubação, seja simples ou nas suas interações duplas ou tripla.

g) **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 Ribeirão Preto. Colheita de 1958 (1).

Tratamentos	i_1				i_0				Totais
	3	5	6	7	1	2	4	8	
(1)	33,9	20,4	18,1	21,8	19,1	39,2	21,7	39,1	213,3
e	27,3	15,1	29,4	23,7	22,0	29,5	43,9	48,0	238,9
a	22,4	17,4	20,4	32,6	23,0	20,8	39,7	45,7	222,0
ea	38,8	20,0	20,0	28,3	24,2	17,5	31,1	42,8	222,7
(NPK)	29,8	23,8	23,2	29,0	29,6	32,6	39,5	36,3	243,8
(NPK)e	36,5	19,1	23,7	28,4	33,1	29,6	38,6	33,2	242,2
(NPK)a	25,3	19,5	27,8	35,0	21,8	28,0	51,4	34,6	243,4
(NPK)ea	34,8	16,9	23,3	28,7	27,5	28,2	43,6	40,2	243,2
Totais	248,8	152,2	185,9	227,5	200,3	225,4	309,5	319,9	1869,5

$$m_1 = 896,9 \quad e_0 = 922,5 \quad a_0 = 938,2 \quad i_0 = 1055,1$$

$$m_0 = 972,6 \quad e_1 = 947,0 \quad a_1 = 931,3 \quad i_1 = 814,4$$

(1) O significado dos símbolos empregados é o seguinte: m_1 e m_0 , respectivamente, 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.

A análise da variância referente aos dados apresentados no quadro 11 revela efeito não significativo da irrigação, apesar de haver decréscimo de produção da ordem de 23%; quanto aos tratamentos de adubação, só houve significância ao nível de 5% do efeito principal de (NPK).

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

A análise da variância referente aos dados apresentados no quadro 12 revela efeito não significativo da irrigação, mesmo com um acréscimo

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 Ribeirão Preto. Colheita de 1959 (1).

Tratamentos	i_1				i_0				Totais
	3	5	6	7	1	2	4	8	
(1)	31,9	46,2	54,0	45,0	48,8	39,1	33,8	32,8	331,6
e	33,7	42,7	39,9	35,0	48,2	50,4	31,6	34,3	315,8
a	35,1	51,4	48,4	26,3	46,6	38,1	30,1	36,4	312,4
ea	38,1	58,0	44,5	36,8	40,0	31,3	27,6	32,0	308,3
(NPK)	31,7	48,4	43,5	26,5	52,3	41,6	30,5	32,7	307,2
(NPK)e	47,1	44,7	45,2	37,6	49,4	33,4	29,5	39,5	326,4
(NPK)a	52,2	45,3	51,8	33,7	61,5	50,6	23,7	34,0	352,8
(NPK)ea	36,9	55,8	48,2	35,9	43,0	41,1	21,6	26,5	309,0
Totais	306,7	392,5	375,5	276,8	389,8	325,6	228,4	268,2	2563,5

$$m_1 = 1268,1 \quad e_0 = 1304,0 \quad a_0 = 1281,0 \quad i_0 = 1212,0$$

$$m_0 = 1295,4 \quad e_1 = 1259,5 \quad a_1 = 1282,5 \quad i_1 = 1351,5$$

(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_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.

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 Ribeirão Preto. Colheita de 1960 (1).

Tratamentos	i_1				i_0				Totais
	3	5	6	7	1	2	4	8	
(1)	26,7	14,9	10,6	15,8	16,2	25,5	22,5	29,9	162,1
e	34,0	7,9	30,1	27,3	16,8	13,1	22,4	29,8	181,4
a	34,0	14,6	21,5	25,1	23,5	14,0	30,6	29,8	193,1
ea	42,8	14,5	27,4	36,9	16,4	20,2	35,2	29,2	222,6
(NPK)	35,9	18,3	33,3	27,3	22,0	19,4	28,3	24,2	208,7
(NPK)e	20,9	19,4	28,4	31,0	21,5	24,5	39,8	33,9	219,4
(NPK)a	28,4	20,3	21,7	28,0	15,1	18,0	27,2	29,4	178,1
(NPK)ea	32,1	17,0	29,4	33,1	13,6	27,8	22,4	28,8	204,2
Totais	244,8	126,9	202,4	224,5	145,1	162,5	228,4	235,0	1569,6

$$m_1 = 759,2 \quad e_0 = 742,0 \quad a_0 = 771,6 \quad i_0 = 771,0$$

$$m_0 = 810,4 \quad e_1 = 827,6 \quad a_1 = 798,0 \quad i_1 = 798,6$$

(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.

QUADRO 14. — Produção de 5 anos em quilograma de café em côco, por canteiro de 16 plantas, do ensaio de irrigação e restauração de café da Estação Experimental de Ribeirão Preto. Colheitas de 1956, 1957, 1958, 1959 e 1960 (1)

Tratamentos	i_1				i_0				Totais
	3	5	6	7	1	2	4	8	
(1)	147,4	129,0	126,7	131,8	129,0	140,7	120,4	162,9	1087,9
e	139,3	114,3	150,1	138,5	134,1	142,7	156,3	170,1	1145,4
a	128,6	134,2	136,5	140,8	124,3	110,7	148,2	159,3	1083,6
ea	161,9	144,3	127,1	170,8	122,9	103,5	143,8	150,8	1125,1
(NPK)	141,8	135,3	153,8	135,6	152,1	151,5	144,5	149,7	1164,3
(NPK)e	150,3	125,4	141,1	160,2	154,1	126,4	152,2	152,2	1161,9
(NPK)e	138,0	127,5	155,2	159,9	142,8	143,1	159,5	148,1	1174,1
(NPK)a	157,4	135,3	154,9	161,2	129,8	151,9	139,8	138,6	1168,9
Totais	1164,7	1045,3	1145,4	1198,8	1089,1	1070,5	1164,7	1231,7	9110,2

$$m_1 = 4441,0$$

$$e_0 = 4508,9$$

$$a_0 = 4559,5$$

$$i_0 = 4556,0$$

$$m_0 = 4669,5$$

$$e_1 = 4601,3$$

$$a_1 = 4550,7$$

$$i_1 = 4554,2$$

(1) O significado dos símbolos empregados é o seguinte: m_1 e m_0 , 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.

mo de produção da ordem de 12%; também não houve significância no efeito dos tratamentos de adubação, quer simples ou nas interações duplas ou tripla.

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

A análise da variância relativa aos dados apresentados no quadro 13 revela que não houve efeito significativo da irrigação; entre os trata-

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	0,05	0,05	—
Resíduo (a)	6	2.522,04	420,34	—
E. Tratamentos (NPK)	7	1.164,56	166,37	0,97
E	1	813,68	813,68	4,75*
(NPK)xE	1	133,40	133,40	—
A	1	180,90	180,90	1,06
(NPK)xA	1	1,21	1,21	—
ExA	1	28,09	28,09	—
(NPK)xExA	1	4,95	4,95	—
Trat. x Irrigação	1	2,33	2,33	—
Resíduo (b)	7	1.817,47	259,64	1,52
.....	42	7.194,65	171,30	—
Total	63	12.699,22	—	—

mentos de adubação foi significativo ao nível de 5% apenas o efeito da interação dupla (NPK)xA, com decréscimo de produção.

j) 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.

A análise da variância relativa aos dados constantes do quadro 14 e apresentada com detalhe no quadro 15, revela que o efeito da irrigação, no quinquênio, não foi significativo; entre os tratamentos de adubação somente foi significativo o efeito principal de (NPK) ao nível de 5%.

Os coeficientes de variação foram para os totais do quinquênio, de 14% para os tratamentos de irrigação e de 9% para os de adubação, dando precisão bastante satisfatória para a medida do efeito dos tratamentos.

k) Colheita do setênio 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.

A análise da variância relativa aos dados constantes do quadro 16 e apresentada com detalhe no quadro 17, feita sem considerar os tratamentos de irrigação, devido ao re-sorteio dos canteiros, procedido após a colheita de 1955, revela que no setênio de 1954 a 1960 não houve significância do efeito dos tratamentos de adubação, quer principal ou nas suas interações duplas e triplas.

QUADRO 16. — Produção de 7 anos de quilogramas de café em côco, por canteiro de 16 plantas, do ensaio de irrigação e restauração de café da Estação Experimental de Ribeirão Preto. Colheitas de 1954, 1955, 1956, 1959 e 1960 (1)

Tratamentos	Canteiros								Totais
	1	2	3	4	5	6	7	8	
(1)	200,3	182,5	202,6	183,6	213,1	195,4	184,1	240,5	1602,1
c	215,0	199,8	185,3	233,8	181,4	246,0	232,5	252,6	1746,4
a	178,1	155,8	185,3	224,9	203,4	185,4	237,8	247,2	1617,9
ea	182,0	149,1	220,4	217,1	221,6	186,4	231,6	225,3	1633,5
(NPK)	215,3	212,2	201,3	220,7	224,0	225,8	216,0	236,4	1751,7
(NPK)c	214,7	177,3	197,7	222,6	189,1	207,5	230,7	224,1	1663,7
(NPK)a	204,5	197,2	170,3	240,0	194,4	232,6	244,5	230,6	1714,1
(NPK)ea	195,7	225,3	203,8	212,1	208,0	232,0	240,3	220,4	1737,6
Totais	1605,6	1499,2	1566,7	1754,8	1635,0	1711,1	1817,5	1877,1	13467,0

$$m_1 = 6599,9$$

$$e_0 = 6685,8$$

$$a_0 = 6763,9$$

$$m_2 = 6867,1$$

$$e_1 = 6781,2$$

$$a_1 = 6703,1$$

(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 estêreo; 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	3.286,51	469,50	1,46
(NPK)	1	1.115,56	1.115,56	3,47
E	1	142,21	142,21	—
(NPK)xE	1	786,80	786,80	2,45
A	1	57,76	57,76	—
(NPK)xA	1	278,06	278,06	—
ExA	1	4,62	4,62	—
(NPK)xExA	1	901,50	901,50	2,80
Blocos	7	14.663,96	2.094,85	6,52 ^{xx}
Resíduo:	49	15.748,96	321,41	—
Total	63	33.699,43	—	—

O coeficiente de variação para os totais do setênio foi de 8,5% para os tratamentos de adubação, demonstrando ser o ensaio bastante preciso para a medida do efeito desses tratamentos.

3.2 — ANÁLISE DO ASPECTO VEGETATIVO

Para a avaliação do efeito dos tratamentos sobre o aspecto vegetativo e comparação deste com as produções, foram feitos dois protocolos, ambos realizados após a colheita, em épocas comparáveis de 1953 e 1960, dando-se notas individuais a cada cafeeiro, adotando-se o seguinte critério; **zero** a falha e replanta nova; **um** a pé ruim; **dois** a pé regular; e **três** a pé bom.

Os totais obtidos para a soma de tôdas as notas foram de 1.635 em 1953 e 2.023 em 1960, com um acréscimo da ordem de 24%, traduzindo uma melhoria no estado geral da lavoura da mesma ordem que o aumento médio verificado na produção dos tratamentos adubados em relação às bordaduras não adubadas.

Esse resultado é explicado pelo fato de o cafeeiro somente produzir em partes novas de ramos que se desenvolveram no ano anterior e está de acordo com a prática comum entre lavradores de examinar o crescimento desses ramos para ter uma primeira idéia do potencial produtivo da lavoura para a safra seguinte.

4 -- DISCUSSÃO

4.1 — EFEITOS DOS TRATAMENTOS

a) **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 Ribeirão Preto. Colheitas de 1956, 1957, 1958, 1959 e 1960 ⁽¹⁾

Tratamentos	i_1				i_0			
	3	5	6	7	1	2	4	8
m_1 (1)	1164,7	1045,3	1145,4	1198,8	1089,1	1070,5	1164,7	1231,7
m_0 (2)	850,4	983,5	930,9	939,9	983,6	952,0	889,2	842,4

$$m_0 = 7371,5$$

$$i_0 = 8223,2$$

$$m_1 = 9110,2$$

$$i_1 = 8258,5$$

(1) média dos tratamentos adubados

(2) Bordaduras não adubadas de todos os tratamentos adubados

m_1 — Soma das médias dos tratamentos adubados

m_0 — Soma das bordaduras não adubadas de todos os tratamentos adubados

i_0 — Soma das médias dos tratamentos sem irrigação

i_1 — Soma das médias dos tratamentos com irrigação

A análise da variância relativa aos dados do quadro 18 e apresentada no quadro 19 revela que o efeito da adubação foi significativo ao nível

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

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Adubação	1	188.855,43	188.855,43	
Irrigação	1	79,66	79,66	44,67 ^{xx}
Int. Irr. x Ad.	1	96,53	96,53	—
Resíduo	12	50.729,52	4.227,46	—
Total	15	239.761,14	—	—

de 1%, com acréscimo de produção da ordem de 24%; não houve efeito da irrigação, em consonância com resultado anterior.

O acréscimo de produção verificado no quinquênio deve ser atribuído ao efeito principal da dosagem simples de NPK, presente em todos os tratamentos adubados e, em menor grau, a dosagem adicional de NPK, conforme é inferido dos resultados da análise da variância mostrada no quadro 15.

b) Efeito principal de NPK — A decomposição do efeito dos tratamentos de adubação nas análises da variância procedidas nos dados anuais de produção, revela que o efeito principal de NPK foi significativo somente na colheita de 1958, o que dá pouco pêsso ao seu efeito no resultado da análise da variância do quinquênio e explica o seu desaparecimento no resultado da análise referente às produções do setênio.

Aparentemente, a dosagem simples utilizada de NPK foi suficiente para elevar a produção ao seu maior nível potencial, nas condições do ensaio.

As dosagens empregadas no setênio equivaleram à aplicação média anual das seguintes quantidades de fertilizantes, em gramas por pé por ano:

DOSAGENS	<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	320 g	170 g	230 g
Dupla	640 g	340 g	460 g
Média	480 g	255 g	345 g

c) Efeito principal do estêrco — Apesar de empregado anualmente na dosagem de cerca de 10 kg por pé, por ano, e ser de boa procedência, obtido em esterqueira coberta e bem curtido, não se observou efeito principal do estêrco em nenhum dos anos.

As maiores diferenças de produção ocorreram nas colheitas de 1959 e 1960, sendo, respectivamente, de -3,4 e +11,5%, alcançando no setênio um aumento geral insignificante de apenas 1,5%.

Como o substrato do ensaio foi a dosagem simples de NPK, pode-se inferir dos resultados obtidos que a presença de adubação química completa, torna dispensável o emprêgo de estêrco.

Êsse resultado está de acôrdo com os obtidos por Pereira e Jones (12) em Kenya, onde as condições gerais da lavoura de café arábica, solo

e clima são muito parecidas com as do Estado de São Paulo. Nessa região, utilizando doses quadruplas das por nós empregadas, mesmo sem adubação básica de NPK, não foi observado efeito positivo significativo, observando-se até efeito negativo em ano de muita chuva, devido ao maior crescimento de mato nas partes esterçadas.

A ação benéfica do estêrco tem sido geralmente atribuída ao melhoramento das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, sendo conhecido o rifão de que «torna os solos pesados leves e pesados os leves». No caso específico das condições do ensaio sua ação foi inócua, devendo-se atribuí-la principalmente à presença de adubação NPK completa, parcelada, existência de boas propriedades físicas naturais do solo e presença de teores relativamente altos de C e N.

d) Efeito principal de adubo verde — Em nenhum ano foi constatado efeito significativo do adubo verde. As principais diferenças de produção foram, respectivamente, de -3,4, -4,3 e +3,4%, nas colheitas de 1954, 1956 e 1960, alcançando no setênio um decréscimo de produção da ordem de 0,9%.

Apesar de não ter sido significativo o efeito principal do adubo verde, observa-se pouca tendência para decréscimo de produção em presença desse tratamento. Considerando a existência de um substrato básico substancial de NPK em todo o ensaio, é razoável inferir que em ausência desse substrato haveria possibilidade de maior concorrência do adubo verde, agravando o seu efeito negativo sobre a produção de café. Todavia, essa situação torna-se menos evidente em vista dos resultados de produção da colheita em branco que aponta uma diferença inicial de cerca de 21% em favor dos cafeeiros que não iriam receber o adubo verde intercalar.

Considerando as precauções tomadas na instalação do ensaio, como presença de adubação básica de NPK em todos os tratamentos, inoculação das sementes de leguminosa e o delineamento moderno adotado de canteiros subdivididos ao acaso com fatorial 2³ acrescido de número relativamente elevado de anos de observação, chega-se a inferir que os conhecidos benefícios de emprêgo da adubação verde intercalar em café não foram evidenciados neste ensaio.

Sobre o emprêgo do adubo verde como cultura intercalar é interessante observar que na ilha de Kona, no Hawaii, onde as condições cli-

máticas parecem ser mais favoráveis do que as nossas, e o cafeeiro é tratado intensivamente, com dosagens elevadas de adubações minerais, alcançando produções recordes, os lavradores são contrários ao emprêgo de qualquer cultura intercalar, mesmo leguminosa (14).

e) **Efeito da irrigação** — O efeito da irrigação somente foi significativo nas colheitas de 1954 e 1955, refletindo-se nos resultados da análise da variância apresentada no quadro 8. Na decomposição feita para os tratamentos, verifica-se que a significância é atribuída ao efeito médio dos tratamentos irrigados, não sendo significativa as diferenças de produção entre tratamentos irrigados.

Esses resultados podem ser melhor interpretados através da análise das irrigações feita adiante e tendo em vista que os resultados da colheita em branco indicavam que os canteiros da série D1 eram superiores aos demais.

ANALISE DAS IRRIGAÇÕES

a) **Água aplicada nos anos de 1953 e 1954** — Nos dados apresentados no quadro 20, referentes às irrigações e precipitações ocorridas nos períodos indicados, verifica-se que em 1953 não houve diferença apreciável nas quantidades de água recebidas por tratamento de irrigação, diferença que foi mais acentuada em 1954, nos tratamentos i_2 e i_1 . Comparando-se as médias dos tratamentos irrigados, verifica-se que houve acentuada diferença no ano de 1954. Nas médias do biênio essas diferenças se atenuam.

A diferença de 20 e 25 milímetros nas quantidades mensais de água efetivamente recebidas entre a média dos tratamentos irrigados e não irrigados, nos anos de 1953 e 1954, refletiu-se em aumentos percentuais díspares de produção, respectivamente de 28,6 e 103,5%, porém como a colheita de 1955 foi baixa, a diferença em valor absoluto de produção no ano de 1954 foi maior, apesar da menor diferença percentual de aumento. Evidentemente, a maior sêca de 1954, onde a precipitação contribuiu com apenas 12% do total de água recebido no período indicado, foi a responsável pelo maior incremento percentual de produção. Todavia, a coincidência de um ano de baixa produção de café, sujeito que está ao efeito da interação bienal, determinou pequeno aumento de ordem absoluta.

QUADRO 20. — Quantidades de água em milímetros, recebidas por tratamento no período de 9 de julho a 17 de outubro, no ensaio de irrigação e restauração de café instalado na Estação Experimental de Ribeirão Preto. Anos de 1953 e 1954

Tratamentos	i ₁		i ₂		i ₃		i _m (1)		i ₆				
	Irr.	Prec.	Irr.	Prec.	Irr.	Prec.	Irr.	Prec.	Irr.	Prec.			
1953	julho	25	46	71	46	121	46	33	46	—	46	46	
	agosto	50	—	50	50	50	—	50	—	79	—	—	
	setembro	—	40	40	40	40	33	11	49	50	—	—	
	outubro	—	39	39	39	39	—	—	39	51	—	40	
Total no período	75	125	200	125	250	83	94	125	219	—	125	125	
Total mensal efetivo	—	—	53	—	64	—	55	—	57	—	—	37	
1954	julho	—	3	3	3	3	3	—	3	3	—	3	3
	agosto	50	—	50	75	50	50	58	—	58	—	—	—
	setembro	25	4	29	75	100	4	67	4	71	—	4	4
	outubro	25	10	35	25	35	—	17	10	27	—	10	10
Total no período	100	17	117	175	192	150	142	17	159	—	17	17	
Total mensal efetivo	—	—	26	—	42	—	37	—	35	—	—	5	
Total mensal do biênio	—	—	40	—	53	—	46	—	46	—	—	21	

(1) Média dos tratamentos irrigados.

Para o cômputo do total mensal efetivo, foi adotado o critério de estimar-se a eficiência do método de aplicação de água em cerca de 70%, em virtude de resultados experimentais conduzidos em Campinas, na Estação Experimental «Dr. Theodureto de Camargo», em campo de culturas anuais, porém com o mesmo tipo de aspersores e situados à mesma altura dos empregados na irrigação de café, na Estação Experimental de Ribeirão Preto (16). Determinações de campo, procedidas nessa Estação, baseadas no balanço de água do solo, adiante apresentado em forma gráfica, indicam ser esse valor adequado para condições normais de funcionamento e quantidades aplicadas superiores a 50 milímetros.

b) Água aplicada nos anos de 1955 a 1959 — No quadro 21 são apresentados os dados de precipitações e irrigações feitas nos períodos indicados, nos anos de 1955 a 1959. As irrigações nesse período foram feitas tendo por norma o controle de umidade do solo, porém foram algumas vezes retardadas por razões inevitáveis, como por exemplo ocorreu em 1955, ano de transição, em vista da necessidade de aguardar os dados da colheita a fim de permitir o re-sorteio balanceado dos blocos e em 1959 devido a dificuldades no funcionamento das moto-bombas à gasolina, desgastadas pelo uso e em necessidade de substituição, o que foi possível realizar em 1960 através de nova doação da Fundação Rockefeller⁽³⁾, com a instalação de eletro-bomba de maior capacidade.

No cômputo dos totais mensais corrigidos, que aparecem nesse quadro, foram deduzidas as irrigações neutralizadas pelo efeito de precipitações subseqüentes, conforme se infere dos gráficos de balanço de água do solo mantidos para controle das irrigações, adiante apresentados.

Verifica-se que no ano de 1955 a última irrigação de 57 mm e em 1956 as duas irrigações de 60 e 66 mm, foram inutilizadas pelas precipitações subseqüentes, reduzindo-se os totais mensais efetivos respectivamente de 62 e 89 para 47 e 59 mm. O mesmo aconteceu com a irrigação de 90 mm em 1959.

Comparando-se os totais mensais de chuva corrigidos entre os tratamentos irrigados e não irrigados, verifica-se que nos anos de 1956 e 1957 não houve diferença; em 1958 a diferença foi apenas de 14 mm. As maiores diferenças foram de 29 mm, em 1955 e de 22 mm, em 1959. Todavia, as diferenças de produção não acompanharam as de quantidades de água recebida nos períodos indicados, conforme pode ser observado a seguir:

(3) Doação de US\$12.000 dólares feita em 1959 para ampliar as facilidades de irrigação nas Estações Experimentais de Ribeirão Preto e Pindorama.

QUADRO 21. — Quantidades de água em milímetros recebida por tratamento nos períodos indicados, no ensaio de irrigação e restauração de café instalado na Estação Experimental de Ribeirão Preto

Tratamentos	1955				1956				1957				1958				1959		Média dos Totais
	De 12/7 a 13/10		De 15/7 a 11/10		De 5/7 a 13/10		De 12/7 a 12/10		De 15/7 a 12/10		De 15/7 a 12/10		De 15/7 a 12/10		De 15/7 a 12/10				
	Irr.	Prec.	Total	Irr.	Prec.	Total	Irr.	Prec.	Total	Irr.	Prec.	Total	Irr.	Prec.	Total	Irr.	Prec.		
Irrigado	julho	—	19	—	40	—	100	—	20	—	20	—	90(*)	—	7	—	97	55	
	agosto	68	33	101	63	—	67	58	11	—	69	—	—	51	—	51	—	70	
	setembro	67	—	65	60(*)	—	120	—	66	—	66	—	90	—	23	—	113	99	
	outubro	57(*)	11	68	66(*)	—	—	—	48	—	48	—	—	—	—	—	—	36	
Total no período	211	44	255	126	174	300	—	287	58	145	203	108	—	81	—	261	261		
Tot. mens. efetivo	—	—	62	—	—	89	—	86	—	—	61	—	—	—	—	70	—	74	
Tot. mens. corrig. (2)	—	—	47	—	—	59	—	86	—	—	61	—	—	—	—	49	—	60	
Não irrigado	julho	—	19	—	40	—	100	—	—	—	20	—	—	—	7	—	7	37	
	agosto	—	33	33	63	—	67	—	11	—	11	—	—	51	—	51	—	45	
	setembro	—	—	—	—	—	120	—	66	—	66	—	—	23	—	23	—	56	
	outubro	—	11	11	—	—	—	—	48	—	48	—	—	—	—	—	—	12	
Total no período	19(1)	44	63	—	174	174	—	287	—	145	145	—	—	81	—	81	150		
Tot. mens. efetivo	—	—	18	—	—	59	—	86	—	—	47	—	—	—	—	27	—	47	
Tot. mens. corrig. (2)	—	—	18	—	—	59	—	86	—	—	47	—	—	—	—	27	—	47	

(1) Quantidade aplicada antes da modificação nos tratamentos de irrigação.

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

ANOS	<i>Incremento na colheita do ano no lote irrigado</i>	<i>Diferença no total mensal de água aplicada no ano anterior</i>
1956	+ 20,5	29
1957	-14,7	0
1958	-22,8	0
1959	+ 11,5	14
1960	+ 3,6	22
Média	0,0	13

É possível que as irrigações procedidas em 1956, inutilizadas pelas chuvas subseqüentes, tenham contribuído para a lavagem do solo e assim prejudicado a produção de 1957 bem como o desenvolvimento das palmas e conseqüentemente também a produção de 1958, pois que 1956 e 1957 foram anos úmidos, sem que se tivessem manifestado deficiências de água. Apesar do aumento médio mensal de 13 mm na quantidade de água recebida pelos tratamentos irrigados, não houve aumento de produção no quinquênio, pelas razões apontadas.

c) **Balanco de água no solo** — Nas figuras 3 e 4 são apresentados os gráficos de balanço de água do solo nos anos de 1955 a 1959, baseado na amostragem periódica do solo, conforme método previamente descrito.

Tendo em vista a utilidade desses gráficos para o controle racional das irrigações, estudo das necessidades de água das plantas e correlações com métodos indiretos de balanço de água do solo, os métodos de amostragem e de interpretação dos dados foram suficientemente aperfeiçoados para permitir a qualquer instante verificar a parcela de umidade disponível perdida ou evapotranspirada e antecipar, dentro de um limite razoável de tempo, a ocorrência de condição crítica. Esta condição no cafeeiro adulto, em lavoura velha, foi estimada ser em torno de 70 mm, na camada de 80 cm. Quando permitido a ultrapassar 70 milímetros, devido a um atraso da irrigação, sobrevieram evidentes danos para a planta.

Como o mínimo de umidade disponível é de cerca de um milímetro por centímetro de solo, na terra-roxa-legítima, do local do ensaio, concluir-se-ia que a condição crítica é atingida quando cerca de $(70/80)100 = 87,5\%$ da umidade disponível nessa camada é consumida. Porém, a condição da disponibilidade de água de camadas mais profundas pode afetar esse resultado.

Uma análise rápida dos gráficos revela que as irrigações nos anos de 1956 foram neutralizadas pelo efeito das chuvas subseqüentes, fato que aumenta as possibilidades de lavagem do solo, conforme já foi apontado.

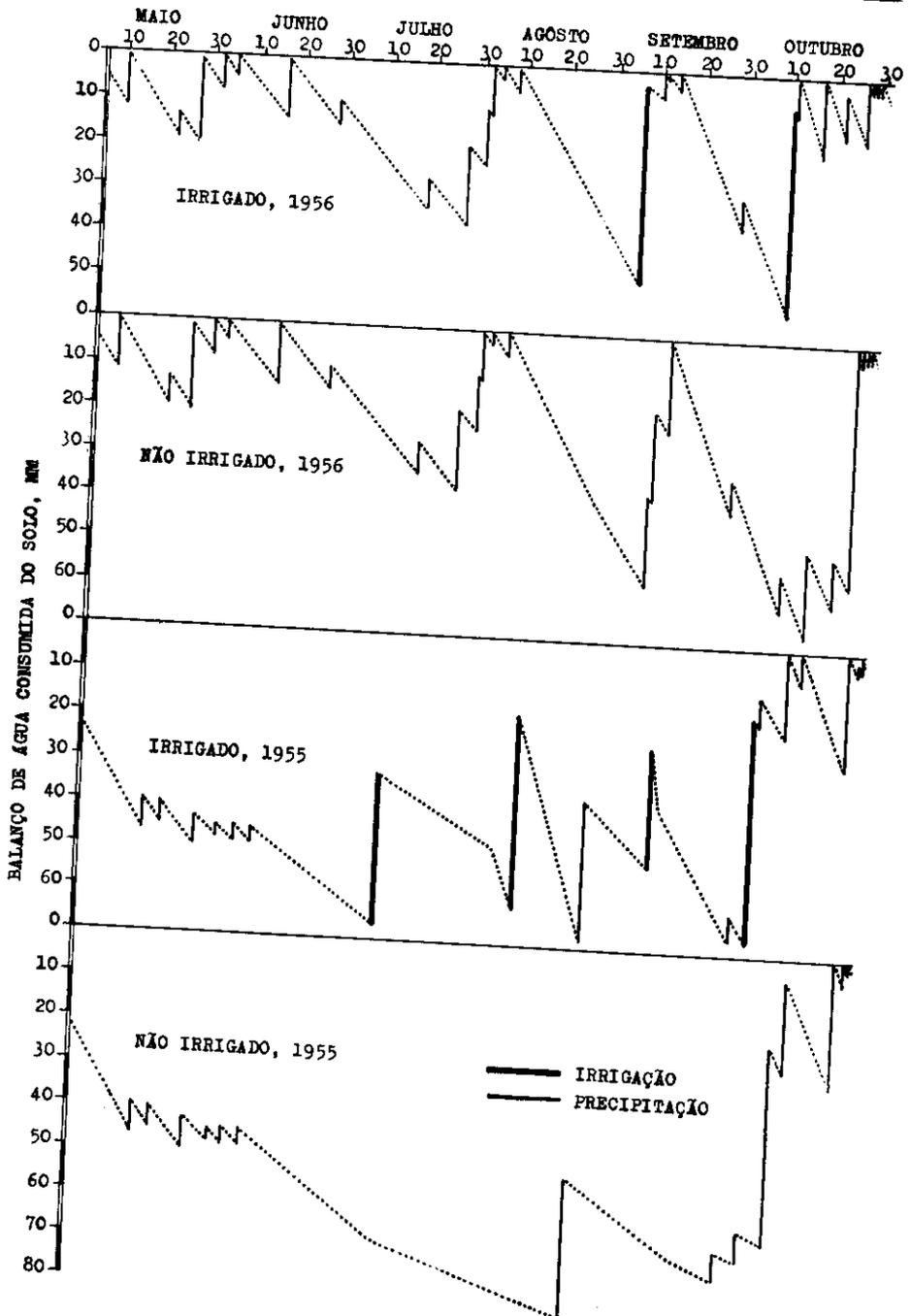


FIGURA 3. — Diagramas do balanço de água do solo dos canteiros do ensaio de irrigação e restauração de lavoura velha de café da Estação Experimental de Ribeirão Preto.

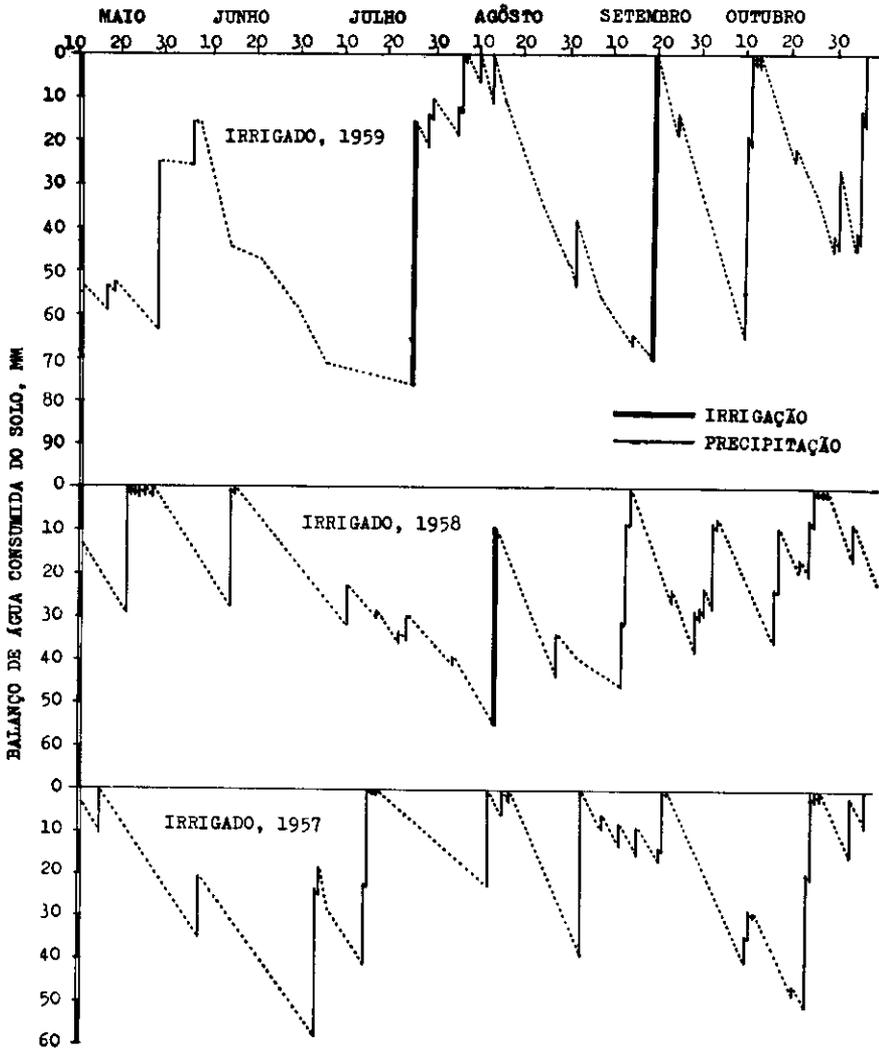


FIGURA 4. — Diagramas do balanço de água do solo dos canteiros irrigados do ensaio de irrigação e restauração de lavoura velha de café da Estação Experimental de Ribeirão Preto.

O mesmo poderia ser dito com respeito à primeira irrigação em 1959. Verifica-se, também, que a maior seca ocorreu em 1955, quando a testemunha passou tempo considerável em situação crítica (abaixo de 70 mm). No ano de 1957 não houve necessidade de irrigação, verificando-se que a água evapotranspirada não ultrapassou a linha dos 55 mm, no período. A única irrigação de 1958, oportunamente feita, também teve seu valor diminuído pelas chuvas subseqüentes, sendo provável, no entanto, que tivesse evitado uma condição crítica, durante um curto intervalo de tempo.

O gráfico de 1959 revela o andamento da situação das deficiências de água no solo, verificando-se que a condição crítica fôra atingida na primeira década de julho, persistindo durante cerca de 20 dias, tempo suficiente para que o cafeeiro se prejudicasse; a irrigação tardiamente feita, foi posteriormente prejudicada pelas chuvas subseqüentes; mesmo a segunda irrigação foi feita com certo atraso, de cerca de doze dias, em relação ao critério estabelecido.

d) Necessidade de água do cafeeiro — Sendo de interêsse conhecer para fins de projetos de irrigação a demanda crítica em relação ao intervalo de irrigação, dois fatores dos quais depende a determinação da capacidade do equipamento, para uma área e tempo de operação determinados, basta referir-se aos gráficos para determiná-los nos diversos períodos de interêsse. Assim foram obtidos os dados incluídos no quadro 22.

QUADRO 22. — Consumo de água até a profundidade de 80 cm, verificado em períodos selecionados no ensaio de irrigação e restauração de cafézal velho da Estação Experimental de Ribeirão Preto

Períodos	Intervalo	Água consumida	Média diária	Intervalo de irrigação	
				55 mm	70 mm
	<i>dias</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>dias</i>	<i>dias</i>
9/6 a 28/ 6/59	19	40	2,10	26	33
14/8 a 8/ 9/59	25	71	2,84	19	25
19/9 a 12/10/50	23	70	3,05	18	23
15/8 a 28/ 8/58	14	35	2,50	22	28
19/8 a 4/ 9/57	16	36	2,44	23	29
8/8 a 9/ 9/56	32	55	1,72	32	41
15/9 a 8/ 8/56	23	55	2,39	23	29
14/8 a 30/ 8/55	17	52	3,06	18	23

Os intervalos de irrigação em fases críticas, nos diferentes anos, indicam ser o máximo de 23 dias, para consumo de 70 milímetros na camada de 0 a 80 cm e de 18 dias para o consumo de 55 milímetros.

Como o consumo de água de café velho e novo formado não difere apreciavelmente na camada de 0-80 cm de solo, sendo no velho mesmo algo mais elevado, conforme estudos em andamento sob a responsabilidade da Seção de Irrigação do Instituto Agrônomico, chega-se à conclusão que os equipamentos devem ser projetados para ter uma capacidade útil de 55 milímetros em 18 dias, e uma capacidade bruta de 80 milímetros, considerando ser a eficiência de aplicação da ordem de 70%, nos sistemas de irrigação bem projetados. Observa-se que nessas condições a prática da irrigação de áreas extensas seria de difícil execução, exigindo mananciais de água e equipamentos de irrigação de grande capacidade para atender às necessidades da planta nas ocasiões de consumo crítico, nos períodos normais de irrigação.

Através dos gráficos apresentados, é fácil observar que a época da irrigação pode estar situada em qualquer mês de junho a outubro e nos anos piores, mesmo abranger também o mês de maio.

Como não ocorreram sêcas violentas nesses anos é possível e mesmo lógico admitir que nos anos de sêca mais intensa ocorram deficiências também em outros períodos.

Utilizando o método de Thornthwaite (7) para uma comparação da intensidade das sêcas que ocorreram no período de 1943 a 1959, foi preparado o gráfico apresentado na figura 5, observando-se que no decênio de 1943 a 1952 a média das deficiências de água foi de 64,5 mm acima da normal do período estudado, enquanto que a média do setênio de 1953 a 1959 foi de 97,7 mm abaixo da referida normal, revelando ter êste setênio tido condições excepcionais de umidade para a região de Ribeirão Preto.

Apenas um ano dêsse setênio, o de 1954, apresentou deficiência pouco acima da normal, enquanto que dois anos, os de 1955 e 1959 estiveram pouco abaixo do normal. Dos quatro restantes, apenas o de 1953 apresentou alguma deficiência; os demais foram bastante úmidos, sem deficiência alguma em 1956 e 1957 e pouquíssima em 1958. Observa-se que os anos abrangidos pelo ensaio foram em sua maioria excepcionalmente bons, tendo seguramente contribuído para os resultados pouco significativos da irrigação. Deve ser esperado, também, uma intensificação da ocorrência de anos mais sêcos, nos vindouros.

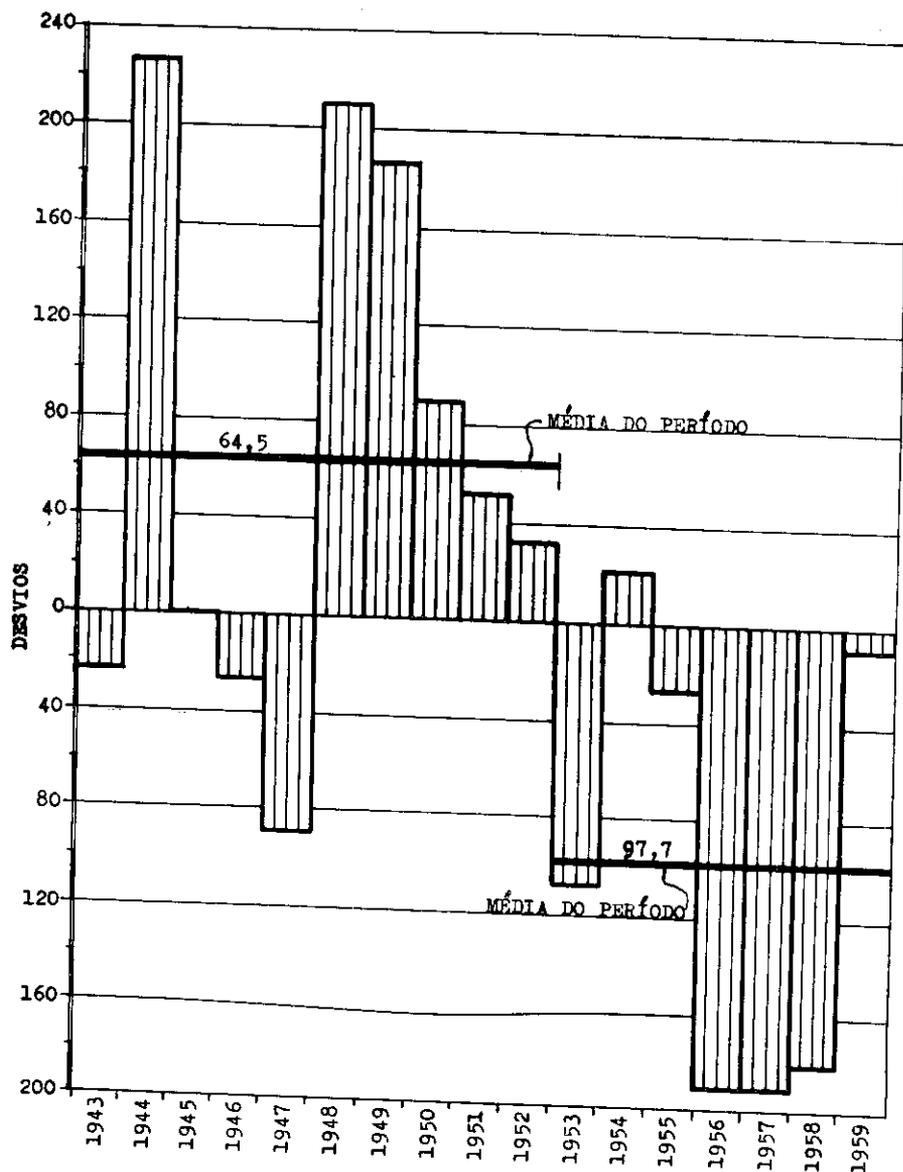


FIGURA 5. — Desvios das estimativas das deficiências anuais de água, em relação à média das deficiências dos anos de 1943 a 1959, obtidas segundo o método de Thornthwaite (os desvios são positivos quando acima da linha 0, e negativos quando abaixo dessa linha).

5 — POSSIBILIDADES DE RECUPERAÇÃO DE LAVOURA VELHA

Tendo em vista os resultados obtidos e discutidos anteriormente, seria oportuno fazer algumas considerações em torno da «restauração» da lavoura abrangida pelo ensaio, considerações essas que se aplicariam a ponderável contingente de cafeeiros do Estado de São Paulo em condições comparáveis à daquela.

O exame da condição de capacidade produtiva e de restauração da lavoura pode ser feito das seguintes maneiras: a) pelo sentido da tendência das produções anuais; b) pelo sentido da tendência das médias anuais progressivas: bienais, trienais, quadrienais, etc.; e c) pelo sentido da tendência do resultado econômico da lavoura ou das práticas de restauração.

Na figura 6 são apresentados os diagramas das produções e das médias trienais progressivas do ensaio obtidas para o setênio de 1954 a 1960.

Verifica-se que a maior colheita foi a de 1954, correspondente ao ano agrícola de 1953/54, ano de transição em relação ao efeito dos tratamentos de adubação e de irrigação.

Sabendo-se que os frutos provenientes dessa colheita se desenvolveram nas palmas formadas no ano anterior, infere-se que os tratamentos de irrigação e adubação iniciados em 1953 apenas asseguraram melhores condições para a manifestação de um atributo fisiológico potencialmente já existente na árvore, redundando na colheita recorde de 1954.

Apesar da continuidade dos tratamentos e dos aperfeiçoamentos introduzidos no ensaio, nenhuma colheita se igualou à de 1954, nos seis anos seguintes, fato que justificaria a impressão de que os tratamentos não detiveram a marcha de decadência da lavoura. Aliás, essa era a condição que se mostrou existir no talhão anteriormente à época de instalação do ensaio.

De outro lado, pela comparação favorável do efeito dos tratamentos em relação às testemunhas sem adubação, infere-se que pelo menos a intensidade da decadência foi atenuada.

Se deixar de ser considerada a colheita recorde de 1954, que não está totalmente ligada ao efeito dos tratamentos de restauração, o sentido da curva de produção parece indicar marcha lenta, porém ascendente, fortalecendo a impressão de que houve reversão no sentido da decadência da lavoura. Essa reversão parece ser mais nitidamente notada no exame da curva das médias trienais progressivas, onde se nota,

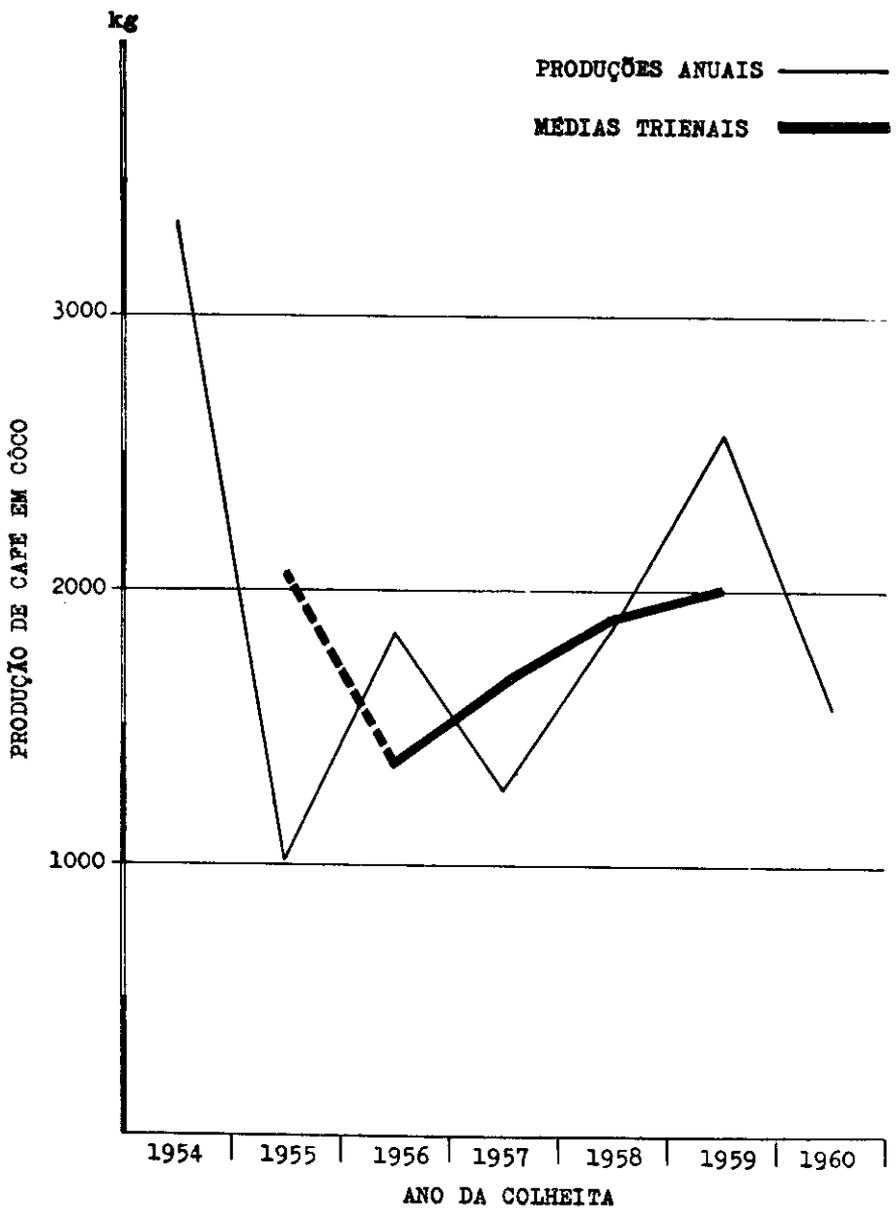


FIGURA 6. — Diagrama das produções anuais e das médias trienais progressivas do ensaio de irrigação e restauração de café, da Estação Experimental de Ribeirão Preto.

inclusive, uma tendência de horizontalidade da parte superior da curva, demonstrando que os efeitos benéficos da restauração já não se manifestam com a intensidade inicial.

Quanto ao resultado econômico das práticas de restauração, deixando de lado as que não trouxeram aumento de produção (estêrco e adubo verde intercalar) e a irrigação, por ser prática muito dispendiosa, restaria verificar tão somente o da prática de adubação.

Conforme foi visto anteriormente, o emprêgo da dosagem simples de NPK foi responsável por um aumento de produção da ordem de 25% em relação às testemunhas não adubadas, representando o acréscimo médio anual de 340 kg de café em côco, por mil cafeeiros. O aumento resultante da renda bruta, computando-se o quilo de café em côco ao preço de Cr\$ 25,00 (1), é de Cr\$ 8.500,00.

Computando-se a tonelada da mistura de adubo empregada em cerca de Cr\$ 8.900,00, o custo tão somente do adubo na quantidade média anual empregada na dosagem simples de 0,720 kg por cafeeiro, seria de cerca de Cr\$ 6.300,00 por mil cafeeiros, com aparente acréscimo de renda líquida de Cr\$ 2.600,00. É evidente que se fôrem computadas as despesas referentes a manipulação do adubo, carroto até o local de aplicação e as aplicações parceladas, chega-se à conclusão de que mesmo a adubação, no caso do ensaio, teria sido operação de resultados econômicos duvidosos.

O fracasso econômico da adubação e das demais práticas empregadas de restauração, verificado após 7 anos de investigações, mostra a precariedade da situação das lavouras velhas de café que se assemelham em sua condição física àquela do ensaio.

6 — CONCLUSÕES

- 1) A irrigação somente aumentou substancialmente a produção nos anos secos, quando feitas oportunamente e quando não houve ocorrência de chuvas subseqüentes que a neutralizasse.
- 2) Nos anos úmidos as irrigações parecem ter contribuído para diminuir as produções.
- 3) O consumo de água pelo cafeeiro, mesmo em época de inverno, pode elevar-se (em função da temperatura média) de forma a tornar as

(1) Preço baseado em cotações da safra de 1960.

irrigações dispendiosas e com poucas possibilidades de ser executada na prática, em áreas extensas.

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

5) Não houve, nas condições do ensaio, benefício com a prática da adubação verde intercalar anual nem com a prática da estercação, na dosagem de 18 litros/cova/ano.

6) Não houve vantagem alguma com o emprêgo da dosagem dupla de adubação mineral completa; a dosagem simples foi suficiente para elevar de 25% a média de produção no ensaio, em relação às testemunhas sem adubação; todavia, baseado nos custos vigentes dos adubos e do café em côco, mesmo a dosagem simples não teria trazido vantagem econômica.

7) A elevação da média de produção de todo o ensaio deveu-se à adubação química, principalmente. Porém a elevação média de produção das testemunhas, sem adubo, mostra que houve acentuado efeito devido à maior freqüência de ano favorável.

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 diretamente aplicáveis a escala de campo, em lavoura de condições comparáveis às do ensaio, demonstrando, em linhas gerais, que **as melhorias provenientes das práticas de restauração de café não compensam os esforços dispendidos.**

9) Considerando o elevado custo dos fertilizantes, os resultados apresentados neste estudo demonstram que recomendações de adubação de lavoura velha devem ser feitas com cautela e somente com base em resultados experimentalmente comprovados.

10) A análise seqüencial das produções pelas médias quadrienais progressivas oferece boas possibilidades para uma verificação do estado de decadência das lavouras velhas.

THE STUDY OF IRRIGATION AND FERTILIZATION PROBLEMS OF
OLD COFFEE TREES

I — RESULTS FROM THE RIBEIRÃO PRETO EXPERIMENT STATION

SUMMARY

This paper report and discuss results referring to a field trial set up to study irrigation and fertilization problems of old coffee plantations.

The seven year study, started 1953, was conducted at a representative well kept coffee grove of Bourbon variety, about 40 years old, located in a typical purple soil formation of the Ribeirão Preto Experiment Station, considered to be representative of all the region.

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 annual intercrop. The irrigation treatments included in the first two years application of 1 and 2 inches of water, every 3 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 determined by soil moisture depletion, when about 55 milimeters were consumed from the 0-80 cm soil layer.

The results have shown substantial increase in production during dry years, however its significance is diminished by the biennial bearing effect occurring in coffee plants. During wet years irrigation may even diminish production, when heavy rains soon follow the application of water.

Use of green manure as annual intercrop was shown not to increase production, the same occurring with the use of organic manure in the dosage of about 12 kg every year per coffee tree (which means a group of 3-5 trees originally planted in the same hole).

When production of the treated plots were compared with the untreated border plot trees, it was shown an increase of about 24% due to the effect of chemical fertilizer alone. However, the present economical situation in Brasil does not favor the use of fertilizers on a profit basis.

Considering the success obtained in forming new coffee plantation in places where there was before old coffee plantation, a practice which is growing in importance, it would be out dated to recommend expenditures do try to improve old coffee plantation of the type reported.

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

LITERATURA CITADA

1. BAVER, L. D. Soil Physics. John Wiley & Sons, Inc. New York, 1940. p. 160-164.

2. FRANCO, C. M. & INFORZATO, R. Quantidade de água transpirada pelo cafeeiro cultivado ao sol. *Bragantia* 10(9):|247|-257. 1950.
3. ————. ————. O sistema radicular do cafeeiro nos principais tipos de solo do Estado de São Paulo. *Bragantia* 6(9):|443|-478, 1956.
4. ————, [e outros]. Manutenção de cafézal com adubação exclusivamente mineral. *Bragantia* 19(53):|523|-546. 1960.
5. GOTO, Y. BARON & FUKUNAGA, E. T. Care of the young coffee orchard. 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. MATHER, JOHN R. The measurement of Potential Evapotranspiration, Seabrook, New Jersey, 1954 (Publication in *Climatology* vol. VII).
8. LAZZARINI, W. Ensaio preliminar de irrigação de café. Boletim da Superintendência dos Serviços do Café, Secretaria da Fazenda. São Paulo, 27(303):|408|-416. 1952.
9. MORAES, F. PUPO. Acúmulo de elementos minerais no fruto do cafeeiro durante a sua formação. *O Agrônomo*, 8(3,4):6-7, 1956 (Resumo de palestra realizada na 124ª Reunião Técnica do Instituto Agrônomo).
10. PAIVA NETO, J. E. Em Solos. Trabalhos apresentados à Comissão do Café. Instituto Agrônomo. 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. *Empire Journ. of Exper. Agric.* 22(87):|231|-240. 1954.
12. ————. ————. Field responses by Kenya Coffee to fertilizers, manures and mulches. *Empire Journ. of Exper. Agric.*, 22(85):23-26. 1954.
13. RICHARDS, L. A. Pressure membrane apparatus — Construction and use. *Agricultural Engineering*, 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, J. G. da Adubação verde. Estado de São Paulo, Secretaria da Agricultura, DPV, 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. ————, Novo amostrador para as terras roxas. *Bragantia* 19(41):|653|-666. 1960.