

CORRELAÇÃO ENTRE ESTIMATIVAS OFICIAIS DE PRODUÇÃO DE CAFÉ E PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA, NO ESTADO DE SÃO PAULO¹

RINO N. TOSELLO, *engenheiro-agrônomo, Seção de Irrigação e* HERMANO V. DE ARRUDA, *engenheiro-agrônomo, Estação Experimental de Ribeirão Preto, Instituto Agrônômico*

RESUMO

No presente estudo são apresentados os resultados de investigação que teve como finalidade verificar a importância da distribuição das precipitações pluviométricas sobre as produções de café.

Para tanto foram selecionados 14 municípios cafeeiros abrangendo as mais diversas condições de solo e clima do Estado de São Paulo e nêles obtiveram-se as correlações das precipitações mensais de períodos selecionados e por grupos de municípios, com as estimativas oficiais de produção de café feita pela Superintendência dos Serviços de Café, da Secretaria da Fazenda.

Verificou-se que as correlações eram tanto mais acentuadas quanto mais elevadas eram as médias dos municípios, perdendo em significância para aqueles de mais baixa produção.

As precipitações dos períodos de abril-setembro e julho-setembro foram as que apresentaram correlação mais estreita com as produções, parecendo haver uma tendência definitiva para dar maior pêsô às precipitações dos meses de julho, agosto e setembro, que constituem o período final da estação sêca e coincidem com a época de florescimento do cafeeiro, o que se verifica a partir de julho.

Também foram objeto de estudo as correlações entre estimativas oficiais de produção de café e as deficiências de água no solo, calculadas pelo método de Thornthwaite, obtendo-se resultados comparáveis aos acima mencionados.

As variáveis previamente selecionadas e que melhores resultados apresentaram para o estudo de regressão linear $Y = a + bX$, foram as seguintes: Y, "produção" média bienal dos anos t_n e t_{n+1} e X, as precipitações mensais médias (períodos de abril a setembro e julho a setembro) ou "deficiências" anuais correspondentes aos anos t_{n-1} e t_n .

A existência de correlação altamente significativa entre as variáveis selecionadas, de precipitação ou "deficiência" e "produção", indica a possibilidade de aperfeiçoar o método para fins de estimativa de safra.

¹ Trabalho apresentado ao 8.º Congresso da Ciência do Solo, realizado em julho de 1961, em Belém, Pará. Recebido para publicação em 22 de março de 1962.

I — INTRODUÇÃO

Há uma opinião generalizada entre lavradores de café, no Estado de São Paulo, que no ano que chove *bem*, e com isso certamente se pretende significar que há abundância e boa distribuição de chuvas, os cafeeiros agradecem, produzindo boas safras. Importância especial é nesse sentido atribuída às precipitações que ocorrem no período estival, de abril a setembro.

Também é conhecido o fato que a um ano de safra grande corresponde outro de safra pequena e vice-versa, fenômeno conhecido por interação bienal.

A oscilação de produção anual, tão típica das produções de café, também ocorre com outras plantas (**1, 8**). A natureza fisiológica do fenômeno ressalta claramente do trabalho de inúmeros autores (**2, 4, 9, 11**), destacando-se porém o de Beaumont.

Embora seja intuitivamente reconhecida e tácitamente aceita a importância das precipitações atmosféricas sobre as produções de café, no Estado de São Paulo, não se encontra na literatura corrente citação de sucesso na tentativa de correlacionar essas variáveis. Nesse sentido, um dos únicos trabalhos publicados é o de Silva (**9**) que, estudando as causas da variação da produção anual de café num campo de ensaio da Estação Experimental Dr. "Theodoreto de Camargo", do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo, verificou que as produções eram dominadas pelo fenômeno da "produção por ciclo de dois anos", a que chamou de "safra e contra-safra", porém não obteve êxito na tentativa de correlacionar as precipitações de períodos selecionados com as produções de café.

O insucesso da tentativa de Silva parece sugerir que o efeito dominante do fenômeno de interação bienal seria suficiente para mascarar o efeito das precipitações, e que somente na escolha adequada das variáveis que atenuassem a manifestação daquele efeito haveria possibilidade de êxito, em estudo dessa natureza.

Incidentemente, êsse foi o procedimento seguido por um dos autores, com aparente sucesso, já em 1952/53, quando foi feito minucioso estudo de correlação gráfica entre valores ajustados de precipitação pluviométrica mensal e também das deficiências de água no solo (segundo Thornthwaite) com as estimativas oficiais de produção de café feitas pela Superintendência dos Serviços de Café, abrangendo 14

municípios do Estado de São Paulo e compreendendo o período de 1944 a 1952, caracterizado que foi pela incidência de fortes sêcas.

Os resultados desse estudo serviram de subsídio para a realização de palestras sobre irrigação e interpretação das sêcas em cafèzais paulistas, em diversas cidades (Campinas, Botucatu, Piracicaba, Catanduva etc.) e a outros estudos (12, 13, 14).

Posteriormente, verificando que as inferências possibilitadas por aquêle estudo eram em suas linhas gerais confirmadas através da experimentação agrícola e da evolução da cafeicultura nesse Estado, julgou-se oportuno proceder a uma revisão dos métodos de análise empregados, a fim de fazer a sua divulgação neste trabalho, onde são apresentados e discutidos os resultados da investigação efetuada naquela época.

As restrições que se poderia fazer sobre a escolha das variáveis, em forma de médias bienais progressivas, e por isso sob um prisma puramente estatístico, não totalmente independentes, deixam de ser procedentes, porquanto o acêrto da escolha está duplamente justificado pelo sucesso obtido na correlação e pelos resultados favoráveis de uma análise estatística preliminar de seleção de variáveis.

2 — FONTE DE DADOS E SELEÇÃO DOS MUNICÍPIOS CAFEIROS

Na ocasião em que o estudo foi feito havia escassez de dados pluviométricos dos municípios cafeeiros e alguns dos existentes eram evitados de falhas de anotação, o que se procurou sanar com observações de postos meteorológicos mais próximos.

Com o exame dos dados pluviométricos disponíveis, foram selecionados os 14 municípios cafeeiros do Estado de São Paulo, adiante relacionados, abrangendo as mais diversas condições de solo e clima que ocorrem no planalto e seus vales interiores: *Grupo A*: Catanduva, Botucatu, Bauru e Lins; *Grupo B*: São Carlos, Franca, Campinas, Presidente Prudente; *Grupo C*: Pinhal, Ribeirão Prêto, Barretos e Taubaté.

Na escolha desses municípios houve também a preocupação de não incluir nenhum município cafeeiro novo, pois que neste a produção tende a aumentar em virtude dos novos cafeeiros que entram anualmente em produção, atenuando e mesmo mascarando os efeitos climáticos.

Os dados de precipitação atmosférica desses municípios foram obtidos através das seguintes entidades: Serviço de Hidrografia do Instituto Geográfico e Geológico de São Paulo, Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agrônômico, Casas da Lavoura (Araçatuba, Lins, Presidente Prudente e São Carlos), da Divisão de Fomento da Produção Vegetal, todos os organismos pertencentes à Secretaria da Agricultura.

As poucas falhas de anotações das observações pluviométricas existentes foram completadas com observações de outros pluviômetros, às vezes situados numa subprefeitura próxima, como foi o caso de Lins, cujas observações se completam com os dados de Guaiçara, por não existir outro pluviômetro na cidade, e as de São Carlos, completadas com as observações do pluviômetro existente no pátio da S.A.N.B.R.A. e consideradas merecedoras de confiança.

As únicas estimativas oficiais de produção eram, na ocasião, feitas pela Superintendência dos Serviços de Café da Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo. Através de funcionários especializados que percorriam, diversas vezes no ano, os municípios cafeeiros e, por meio de entrevistas com pessoal credenciado e visitas a propriedades agrícolas, faziam-se as previsões de safra. As falhas reconhecidas nesse método de previsão, hoje superado pelo das amostragens, não invalidam o estudo feito, porquanto é de supor que o número elevado de municípios e o período relativamente longo abrangido, em épocas em que ocorreram sêcas intensas e variações relativamente acentuadas das safras anuais, devem ter contribuído para atenuar o efeito das discrepâncias porventura existentes nas estimativas oficiais utilizadas neste trabalho. Convém assinalar, também, que qualquer outro meio de avaliação da produção, mesmo através dos conhecimentos de embarque, estaria sujeito a erros nas estimativas de consumo interno, não computaria o café entrado dos municípios limítrofes, nem o café eventualmente retido de um a outro ano.

No quadro 1 é feita uma comparação das estimativas de produção obtida pelo método de avaliação, da S. S. C. e através dos conhecimentos de embarque, conforme dados apresentados por Testa (10). Verifica-se que a diferença média em todo o período de estudo, de 1944 a 1952, foi de apenas 1,06%, oscilando a variação anual de -19,4% a +17,8%. Admitindo-se que a avaliação feita pelos conhecimentos de embarque seja exata, poderia ser afirmado que os erros de avaliação pelo método da S. S. C. em três anos apenas ultrapassa-

QUADRO 1. — Comparação das produções de café em arrôbas por mil pés, obtidas através de conhecimentos de embarque e estimativas de safra feitas pela S.S.C., do Estado de São Paulo.

Safra Comercial	Estimativa S.S.C.	Embarque ferroviário	Diferenças		Porcentagens	
			+	-	+	-
1945/46 ..	23,51	21,92	1,59	—	7,25	—
1946/47 ..	31,13	34,53	—	3,40	—	9,85
1947/48 ..	27,70	25,20	2,50	—	9,92	—
1948/49 ..	35,27	43,74	—	8,47	—	19,36
1949/50 ..	33,15	28,14	5,01	—	17,80	—
1950/51 ..	30,23	31,24	—	1,01	—	3,23
1951/52 ..	25,25	23,70	1,55	—	6,54	—
1952/53 ..	31,00	26,40	4,60	—	17,42	—
1945/53 ..	29,67	29,36	+ 0,31		+ 1,06	

ram 10% e nos cinco outros foi inferior a 10%. Nas estimativas por município, as avaliações feitas pelos conhecimentos de embarque estariam ainda sujeitas a diferenças devido a desvios de um para outro município; de forma que as comparações teriam sempre um caráter de aproximação.

3 — SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS

3.1. — PRODUÇÃO E PRECIPITAÇÃO

Uma análise rápida das variações de produção anual de café de uma mesma lavoura revela, imediatamente, uma seqüência quase regular de altos e baixos. A natureza fisiológica desse fenômeno denominado de *interação bienal*, demonstrada por Beaumont (2), é explicada pelo fato de se processarem as funções vegetativas e reprodutivas concorrentemente, de forma que, nos anos de grande produção, o crescimento dos frutos absorve a maior parte da atividade da planta, prejudicando o seu desenvolvimento vegetativo. Como no cafeeiro o fruto do ano seguinte se desenvolve nas partes novas dos ramos do ano anterior, há, *ipso facto*, produção menor em seguida a uma produção maior e vice-versa, ocorrendo então o fenômeno da interação bienal.

É evidente que os maiores estragos produzidos pela colheita num ano de grande safra podem acentuar mais as diferenças entre safras; diferenças que podem ser ainda mais acentuadas pela ocorrência de sêcas prejudiciais e pelo mau trato da lavoura.

É interessante observar que a crença geralmente aceita entre lavradores experientes de que a derriza cedo é benéfica à produção seguinte, parece encontrar confirmação tanto no fenômeno da interação bienal como nos fatôres que mais a acentuam. Além disso, deve ser reconhecido que a colheita feita tardiamente ocasiona estragos mecânicos e provoca a queda de botões florais já formados ou em processo de formação.

Como é natural, nas produções médias por município, em que entram produções de lavouras em todos os estágios de desenvolvimento, como novas, formadas e decadentes, a manifestação do fenômeno de interação bienal está condicionada à distribuição porcentual dos tipos de lavoura, predominando naqueles onde é maior a proporção de lavouras em plena produção. Nos municípios cafeeiros novos, as produções médias anuais tendem a crescer em virtude do contingente de novos cafeeiros que entram em produção, anualmente, e da tendência natural de aumento de produção no período inicial de sua formação, conforme foi evidenciado por Mendes (7), contribuindo para mascarar os efeitos da interação bienal.

A importância do efeito da distribuição das precipitações sôbre a interação bienal pode ser justificada pela simples observação que sendo o café plantado em diferentes épocas, no mesmo município, ainda assim o fenômeno se evidencia, contrariando a lei natural das compensações. Nesse sentido, já foi observado por Stevens (11) que o efeito das variações climáticas é o de "sincronizar as plantas da mesma região, de modo que tôdas mostrem os máximos de produção nos mesmos anos, ou nos pares ou nos ímpares".

Dean (4), analisando a influência das precipitações sôbre as produções de café no distrito de Kona, no Hawaii, verificou haver nítida correlação entre as produções e as chuvas que ocorriam na primavera anterior.

Silva (9), estudando as causas da variação da produção anual de café num campo de ensaio da Estação Experimental "Dr. Theodureto de Camargo", do Instituto Agronômico, verificou que as produções eram dominadas pelo fenômeno de produção por ciclos de 2 anos, sem que estivessem correlacionadas com as precipitações pluviométricas, obtendo, porém, correlação negativa estatisticamente significativa das produções de um ano para as do ano precedente.

É razoável admitir-se que nas médias de município os efeitos da interação bienal tendem a diminuir de intensidade, ao mesmo tempo que os efeitos climáticos tendem a aumentar de importância.

Considerando que as seguintes premissas são verdadeiras: *a*) as partes novas de ramos do ano anterior são responsáveis pela produção do ano, *b*) a ocorrência de seca no ano anterior afeta a produção de pelo menos dois anos, no primeiro pelo desfolhamento, queda de flôres e "chumbinhos", no segundo pelo atraso ocasionado no desenvolvimento dos ramos, *c*) sendo o fenômeno de interação bienal ocasionado por fatores fisiológicos, é razoável supor que o critério de médias progressivas, conforme é utilizado para estudos de séries seqüenciais, poderia ser adotado para o estudo de correlação pretendido.

Uma seleção preliminar de variáveis, feita sob a forma de correlação gráfica, revelou que as variáveis que melhor se ajustavam à interpretação dos dados eram, de fato, representadas pelas médias bienais progressivas das estimativas oficiais de produção, Y , expressas em arrôbas por 1 000 pés, correspondentes aos anos de colheita t_n e t_{n+1} e as médias bienais progressivas das precipitações mensais (períodos de abril a setembro e julho a setembro) correspondentes aos anos t_{n-1} e t_n .

Verificou-se, também, através da correlação gráfica, que nos municípios de mais baixa produção era menos evidente qualquer tipo de correlação, o que sugeria predominar nesses municípios maior número de cafeeiros incapacitados fisiologicamente de reagirem à excitação provocada por fatores externos, como por exemplo serem grandemente beneficiados pela melhor distribuição das chuvas.

Decidiu-se, então, agrupar os municípios de acordo com a média de produção, optando-se pelo agrupamento já apresentado, que resultou de uma verificação estatística preliminar.

Da mesma maneira, a importância da distribuição pluviométrica foi estatisticamente investigada em agrupamentos de meses, em diversos períodos do ano e mesmo em todo o ano, optando-se, finalmente, pelos indicados, de abril a setembro e de julho a setembro, porque nestes as médias bienais progressivas de precipitação estão mais correlacionadas com as de produção.

A escassez de precipitação que se verifica nesses períodos, como consequência das características climáticas do Estado de São Paulo, onde apenas 18% da precipitação total anual ocorre de abril a setembro, coincidindo com a ocorrência de florescimento, a partir de julho, valoriza a importância das poucas precipitações que então podem ocorrer.

As correlações diminuem de significância quando feitas para o período de abril a julho, pelo fato de nessa época haver geralmente água disponível armazenada no solo que contribui para diminuir a importância do efeito das precipitações.

3.2. — DEFICIÊNCIA DE ÁGUA

Estimando-se a quantidade de água disponível armazenada no solo em 1 — 1,5 milímetros de água por centímetro de profundidade, o total disponível à planta dependerá do volume de solo explorado pelas raízes, isto é, do espaçamento e da profundidade e distribuição do sistema radicular.

A profundidade e a atividade do sistema radicular somente poderão ser conhecidos através de estudos de amostragens e balanço direto de água no solo, geralmente difíceis de serem conduzidos.

O recurso ao emprêgo de relações empíricas para se estimar a água evapotranspirada do solo, justifica-se para uma primeira estimativa e verificação de tendências de ordem geral, a menos que dados diretos e correlações comprovem a validade de seu emprêgo para outros fins.

Admitindo que o consumo de água se processasse segundo uma das relações empíricas de evapotranspiração, preferiu-se neste estudo empregar a mais simples, que é a de Thornthwaite, pela qual as estimativas são feitas com os dados apenas de temperatura média e do tempo de insolação, êste dependente da posição geográfica do lugar (6).

Como o consumo de água disponível do solo se verifica sem restrições de ordem fisiológica até às proximidades da umidade de murchamento de uma certa camada de solo, o problema se resumiria em conhecer a maior profundidade do solo, cujo consumo de água disponível poderia ser tolerado pela planta, sem prejudicá-la.

Baseando-se nos estudos de sistema radicular de café feitos por Franco e Inforzato (5), adotou-se, na época em que foi iniciado o estudo, a profundidade de 100 centímetros como zona de atividade mais intensa do sistema radicular, portanto com uma capacidade de armazenamento de cêrca de 100 a 150 milímetros de água disponível.

Há estudos em andamento na Seção de Irrigação do Instituto Agrônômico, que indicam ser as estimativas de evapotranspiração in-

feriores ao consumo real, demonstrando que o limite de 100 milímetros da fórmula de Thornthwaite de fato seria maior, talvez 200 na realidade.

Para a finalidade deste estudo uma modificação do limite torna-se dispensável, porquanto o objetivo principal é o de verificar tendências e não a obtenção de valores absolutos.

Para os valores das deficiências estimadas segunda a relação empírica de Thornthwaite, adotou-se também o critério de médias bienais progressivas das deficiências totais anuais dos anos t_{n-1} e t_n para correlacioná-los com as médias bienais progressivas das estimativas oficiais de produção correspondentes aos de colheita t_n e t_{n+1} . Também foi adotado o mesmo agrupamento de municípios empregado para o estudo da correlação "produção" x precipitação.

4 — RESULTADOS E ANÁLISE ESTATÍSTICA

4.1 — CORRELAÇÃO PRODUÇÃO X PRECIPITAÇÃO

No quadro 2 são apresentados os dados utilizados neste estudo, correspondentes às médias bienais progressivas das estimativas oficiais de produção de café, em arrôbas por mil pés, e às médias bienais progressivas das precipitações verificadas nos períodos de abril a setembro, para os 14 municípios cafeeiros selecionados, agrupados de acordo com a média de produção verificada em todo o período de estudo, de 1944 a 1952.

a) **Correlação entre as produções de café e os totais de chuva no intervalo abril-setembro** — Com os dados apresentados no quadro 2, para as variáveis Y , "produção" de café em arrôbas por mil pés, e X , totais de chuva, em milímetros, no intervalo abril-setembro, procurou-se estimar a correlação existente através da regressão linear $Y = a + bX$, onde b é o coeficiente de regressão obtido por S_{xy}/S_{xx} .

Determinou-se o coeficiente de regressão para cada grupo de município, tendo em seguida verificado a significância estatística do valor obtido mediante o teste F (QM Regressão/QM Resíduo) com 1 e 5 graus de liberdade, apresentando-se os resultados dessa análise no quadro 3.

QUADRO 3.— Análises dos coeficientes de regressão para os três grupos de municípios cafeeiros: Y, "produção" de café em arrôbas por mil pés, X, totais das precipitações médias mensais no período abril-setembro

Grupos	Somos de quadrados e produtos			Regressões			
	S_x	S_{xy}	S_{yy}	b	S.Q.	Resíduos	G.L.
A	18.828,66	1.233,77	90,33	0,0655	80,84**	9,49	5
B	15.092,32	641,28	36,19	0.0425	27,24**	8,95	5
C	9.544,62	330,18	29,23	0,0346	11,42	17,81	5

Observa-se, por essa análise, que os valores de b para os grupos A e B são altamente significativos, não o sendo para o grupo C, que encerra os municípios de mais baixa produção.

Em vista desses resultados e de não diferirem estatisticamente os valores de b para os grupos A e B, conforme teste apresentado no quadro 4, calculou-se um valor médio de b (média ponderada por S_{xx}) para estes dois grupos, obtendo-se $b_{(A+B)} = 0,0553$.

QUADRO 4.— Teste da diferença dos coeficientes de regressão dos grupos A e B, para a correlação "produção" x precipitação no intervalo abril-setembro

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressões	2	108,08	—	—
Regressão comum	1	103,67	—	—
Entre b's	1	4,41	4,41	2,40
Resíduo	10	18,44	1,84	—

A equação de regressão obtida para o conjunto dos grupos A e B é:

$$Y = 18,4 + 0,0553.X$$

b) **Precipitação no período julho-setembro** — Como no caso anterior, foi empregada a regressão linear para expressar a ligação entre as variáveis Y, "produção" de café em arrôbas por mil pés, e X, totais de chuvas, em milímetros, registrados no período de julho a setembro, utilizando-se dos dados apresentados no quadro 2.

As análises dos coeficientes de regressão para os três grupos de municípios cafeeiros com relação às duas variáveis citadas são apresentadas no quadro 5.

QUADRO 5. — Análise dos coeficientes de regressão para os três grupos de municípios cafeeiros: Y, "produção" de café em arrôbas por mil pés, X, totais das precipitações médias mensais no período julho-setembro

Grupos	Somadas de quadrados e produtos			Regressões			
	S_{xx}	S_{xy}	S_{yy}	b	S.Q.	Resíduo	G.L.
A	17.889,28	1.130,77	90,33	0,0632	71,47**	18,86	5
B	21.211,25	791,87	36,19	0,0373	29,56**	6,63	5
C	13.956,69	324,45	29,23	0,0232	7,54	21,69	5

As indicações fornecidas por essas análises são muito concordantes com as já mencionadas no item anterior (regressão produção/totais de chuvas de abril a setembro), porquanto os valores de b para os grupos de municípios A e B são altamente significativos, não o sendo para o grupo C; também os valores dos coeficientes de regressão para os grupos A e B não diferem, estatisticamente, conforme está indicado no quadro 6, podendo ser substituídos por um valor médio

QUADRO 6. — Teste da diferença dos coeficientes de regressão dos grupos A e B, para a correlação "produção" x precipitação no intervalo julho-setembro

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressões	2	101,03	—	—
Regressão comum	1	94,53	—	—
Entre b's	1	6,50	6,50	2,55
Resíduo	10	25,49	2,55	—

ponderado que se calculou ser $b_{(A+B)} = 0,0492$.

A equação de regressão obtida para o conjunto dos municípios dos grupos A e B é a seguinte:

$$Y = 25,7 + 0,0492.X$$

4.2 — CORRELAÇÃO "PRODUÇÃO" X "DEFICIÊNCIA"

Para êsse estudo foram utilizados os dados de deficiências totais de água em milímetros e "produções" de café, em arrôbas por mil pés, conforme são apresentados no quadro 7.

QUADRO 7. — "Deficiências" de água no solo, em milímetros, por grupos de municípios e biênios, e estimativas oficiais de produção de café, em arrôbas por mil pés

Grupos	"Deficiências"		"Produções"	
	Biênios	Totais em mm	Arrôbas por mil pés	Biênios
A	44-45 ..	66,5	31,9	45-46
	45-46 ..	23,5	35,2	46-47
	46-47 ..	7,0	38,4	47-48
	47-48 ..	17,5	34,6	48-49
	48-49 ..	61,0	29,0	49-50
	49-50 ..	89,0	27,4	50-51
	50-51 ..	77,2	30,2	51-52
B	44-45 ..	62,3	26,8	45-46
	45-46 ..	5,3	29,2	46-47
	46-47 ..	1,4	30,5	47-48
	47-48 ..	22,8	29,0	48-49
	48-49 ..	44,0	25,7	49-50
	49-50 ..	52,6	23,5	50-51
	50-51 ..	52,6	25,8	51-52
C	44-45 ..	98,3	20,0	45-46
	45-46 ..	46,0	20,8	46-47
	46-47 ..	23,7	19,9	47-48
	47-48 ..	52,5	18,5	48-49
	48-49 ..	67,5	17,2	49-50
	49-50 ..	68,7	15,7	50-51
	50-51 ..	80,0	15,2	51-52

As análises dos coeficientes de regressão apresentadas no quadro 8 foram feitas, como anteriormente, para os três grupos de municípios, a partir de 7 pares de valores das variáveis Y, "produção" de café e X, "deficiência" de água no solo.

QUADRO 8. — Análises dos coeficientes de regressão para os três grupos de municípios cafeeiros: Y, "produção" de café em arrôbas por mil pés, X, deficiências totais, em milímetros

Grupos	Somos de quadrados e produtos			Regressões			
	S_{xx}	S_{xy}	S_{yy}	b	S.Q.	Resíduo	G.L.
A	6.251,75	704,30	90,33	0,1126	79,34**	10,99	5
B	3.603,42	306,36	36,19	0,0850	26,04**	10,15	5
C	3.528,93	120,43	29,43	0,0341	4,10	23,13	5

Observa-se que as indicações fornecidas por essa análise são semelhantes àquelas já anteriormente relatadas, para outras variáveis independentes, porquanto os valores de *b* são altamente significativos para os grupos A e B, não o sendo para o grupo C; também não diferem, estatisticamente, os valores de *b* para os grupos A e B, conforme se demonstra no quadro 9, podendo ser substituídos por um valor médio ponderado igual a 0,1025.

QUADRO 9. — Teste da diferença dos coeficientes de regressão dos grupos A e B, para a correlação "produção" x "deficiência" de água, segundo Thorntwaite

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressões	2	105,38	—	—
Regressão comum	1	102,55	—	—
Entre b's	1	2,83	2,83	1,34
Resíduo	10	21,14	2,11	—

A equação de regressão resultante para a reunião dos municípios dos grupos A e B é:

$$Y = 25,5 + 0,1025.X$$

4.3 — ESCOLHA DA VARIÁVEL INDEPENDENTE

A significância dos coeficientes de regressão obtida nas análises anteriores sugere que se faça uma comparação entre êstes com a finalidade de verificar qual dêles representaria melhor a equação de regressão. Essa verificação pode ser feita através dos quadrados médios dos resíduos, conforme está indicado abaixo:

VARIÁVEIS INDEPENDENTES	G.L.	Q.M.
Totais das precipitações médias de abril a setembro ..	10	1,84
Totais das precipitações médias de julho a setembro ..	10	2,55
"Deficiências" totais de água no solo	10	2,11

Embora êstes resultados não difiram estatisticamente, o menor valor de Q.M./Resíduo para os totais de precipitação de abril a setembro

dá maior pêsô às precipitações de todo o período, valorizando também aquelas que ocorrem no período de abril a junho, indicando de certa forma que os efeitos das sêcas podem se fazer sentir mais cedo do que nos meses normalmente mais sêcos de julho, agosto e setembro.

O valor de Q.M./Resíduo para os totais de deficiência, inferior ao das precipitações de julho a setembro, mas próximo dêles, indica que também as deficiências estimadas pelo método de Thornthwaite podem ser empregadas para verificar as tendências das estimativas de produção.

5 — CONCLUSÕES

1) Os resultados das análises estatísticas feitas demonstram que existe correlação altamente significativa entre as variáveis escolhidas das estimativas de produção feita pela Superintendência dos Serviços de Café e as seguintes: precipitação pluvial nos intervalos abril-setembro e julho-setembro, e deficiências hídricas totais segundo Thornthwaite.

2) Os coeficientes de correlação foram em todos os casos altamente significantes para os grupos de municípios A e B, de produção média mais elevada, não o sendo para o grupo C de municípios, de produção baixa.

3) Não houve diferença estatisticamente significativa para a comparação dos coeficientes de correlação dos grupos de municípios A e B.

4) Também não houve diferença estatisticamente significativa na comparação dos coeficientes de correlação que expressam a ligação dos valores de estimativa de produção com os outros, para a reunião dos grupos de municípios A e B, porém os valores de F correspondentes parecem dar maior pêsô à correlação "produção" x precipitação no intervalo abril-setembro, meses da estação sêca, coincidentes com a época do amadurecimento, colheita e início do florescimento do cafeeiro.

5) Os valores baixos de todos os coeficientes de correlação demonstram que de fato a importância da distribuição das precipitações é enfraquecida pela influência das safras entre si.

6) O sucesso da correlação sugere a possibilidade de ser o método aperfeiçoado para estimativas de safras.

CORRELATION BETWEEN OFICIAL ESTIMATES OF COFFEE YIELDS AND RAINFALL DISTRIBUTION IN THE STATE OF SÃO PAULO

SUMMARY

An extensive investigation was carried in the years 1952/53 to study the importance of rainfall distribution on coffee yields.

Fourteen coffee counties were selected to represent the different soil and climatic conditions prevalent in the State of São Paulo, for the purpose of correlating official estimates of coffee yields and monthly precipitation for the period 1945 up to 1953, known to have had quite dry spells.

Linear correlation was shown to decrease with the average coffee yields of the counties, losing its significance for the counties with lowest yields.

Closer linear correlation was found for the drier period of April-to-September, as well as for July-to-September, this period appearing to be the most important as there is the coincidence of coffee blooming with the driest period in the year.

Linear correlation studies were also made with soil water deficiencies determined by using Thornthwaite's method. The results obtained paralleled those of the rainfall-yield studies previously mentioned.

The data best suited for the linear correlation studies were found to be progressive two years averages of the years t_n and t_{n+1} for yield data, and t_{n-1} and t_n for rainfall data, which appeared to minimize the biennial bearing effect on coffee yield.

The high degree of correlation obtained might suggest the possibility of improving the method for the purpose of yield estimates. However, the low values obtained for the regression coefficients show that the importance of rainfall distribution is minimized by the biennial bearing effect not completely eliminated and other factors not considered in this study, as shown by the results with counties of lowest yields.

Higher values of the regressions coefficients for counties of highest yields may indicate the method will prove better when applied to coffee of high yielding capacity.

LITERATURA CITADA

1. AUCHTER, E. C. & SCHRADER, A. L. Possibilities of affecting biennial bearing of York Imperial apples in the Cumberland Shenandoah Valley. *Amer. Soc. Hort. Sci. Proc.* 30(20): 62-70. 1932.
2. BEAUMONT, J. H. An analysis of growth and yield relationships of coffee-trees in the Kona district, Hawaii. *J. agric. Research* 59: 223-235. 1939.
3. CASTRO, F. S. Lluvias y producción de café. Salvador, I.S.I.C., 1960. 1 p. (Boletim Informativo n.º 19)
4. DEAN, L. A. Relationships between rainfall and coffee yields in the Kona district, Hawaii. *J. agric. Research* 59:217-222. 1939.
5. FRANCO, C. M. & INFORZATO, R. O sistema radicular do cafeeiro nos principais tipos de solo do Estado de São Paulo. *Bragantia* 6:[443]-478. 1956.

6. MATHER, J. R. Manual of Evapotranspiration. Seabrook, New Jersey, The Johns Hopkins University, 1950. 29 p. (Supplement to Interim Report n.º 10)
7. MENDES, J. E. T. Ensaio de variedades de cafeeiros II. *Bragantia* 9:[81]-101. 1949.
8. POTTER, G. F. Biennial bearing of Mc. Intosh. *Amer. Soc. Hort. Sci. Proc.*, 34(33):139-141. 1936.
9. SILVA, H. L. Contribuição para o estudo das causas da variação anual de produção de café. *Revista do Café Português* 3(10):13-28. 1956.
10. TESTA, J. Safras cafeeiras paulistas. *Boletim da Superintendência dos Serviços do Café* 28(315):5-10. 1953.
11. STEVENS, W. L. Análise estatística do ensaio de variedades de café. *Bragantia* 9:[108]-123. 1949.
12. TOSELLO, R. N. Interpretação das sêcas nas zonas cafeeiras do Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agrônômico, 1953. (Palestra realizada na 90ª Reunião Científica)
13. ——— Irrigação do cafêzal. Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo. I Curso Post-Graduado de Cafeicultura, 1954. 3ª Edição, 1957. p. [183]-193.
14. ——— Irrigação do Cafêzal. São Paulo, Diário de São Paulo, Edição de 15 de julho, 4.º caderno, p. 12. 1954. (Edição especial dedicada ao café)