BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo

Vol. I

Campinas, Outubro de 1941

N.º 10

UNIFORMIDADE DA PRODUÇÃO NUMA EXPERIÊNCIA DE ADUBAÇÃO DA LARANJEIRA BAÍA

F. G. Brieger
e
Sílvio Moreira

A) — INTRODUÇÃO

Iniciaram-se em 1932 os preparativos para uma experiência bastante extensa sobre adubação de laranjeira, com um total de 1376 árvores do tipo "Baía", plantadas na Estação Experimental de Limeira.

O plano inicial foi idealizado por Carlos Wright, então chefe da Estação Experimental, o qual também iniciou a execução, prosseguida depois de 1932 por Sílvio Moreira. A análise estatística foi iniciada em 1939.

Estabeleceu-se que a experiência ficasse dividida em duas partes. Num primeiro período as árvores deveriam ficar sob observação, sem adubação, para se avaliar bem sua variação individual, as desigualdades do terreno e outros fatores semelhantes. No segundo período seriam aplicadas diferentes adubações e, em seguida, analisado seu efeito.

Foi difícil determinar a duração necessária do primeiro período, mas resolvemos encerrá-lo já em 1941, baseando a análise da homogeneidade da experiência em três colheitas apenas. Os resultados da análise, a seguir discutidos, justificam esta resolução. De outro lado, a produção das árvores é tão pequena que se torna indispensável iniciar as adubações imediatamente.

Em várias experiências de natureza semelhante à presente, dispensou-se completamente uma análise preliminar. Isto, porém, parece-nos ser um grande engano. Outras experiências que foram analisadas com todo detalhe sobre laranja (2) e café (1) mostraram que terrenos considerados como suficientemente uniformes, não o eram, e que variações do terreno não somente afetaram a produção anual das plantas,

mas também o ciclo anual seguido em vários anos, influenciando por isso muito na produção total durante todo o período de ensaio. Foi necessário, assim, fazer uma análise muito detalhada da homogeneidade, também no presente ensaio.

A execução da experiência no pomar, bem como as colheitas foram realizadas na Estação Experimental de Limeira, sob a direção de Sílvio Moreira. A análise dos dados foi executada na cadeira de Citologia e Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba, sob a direção de F. G. Brieger.

B) — INSTALAÇÃO DA EXPERIÊNCIA

I — Histórico das mudas.

Os cavalos ou porta-enxertos eram mudas homogêneas, provenientes de sementes retiradas de frutos sadios e bem desenvolvidos de laranjeira azeda (*C. aurantium* L.), da fazenda Bom-Jardim, Remanso. As borbulhas vieram de 4 laranjeiras "Baía", produtoras de grande quantidade de frutos de excepcional qualidade. As árvores que forneceram estas borbulhas se acham no sítio do sr. Pedro Nogueira, em Limeira, e são designadas pelos n.ºs. 1, 2, 3 e 4.

A enxertia foi feita entre abril e novembro de 1932, separando-se as borbulhas de cada árvore.

II — Transplantação do viveiro para o lugar definitivo (pomar).

As mudas foram arrancadas com "raízes nuas", refugando-se aquelas cujas raízes principais eram defeituosas. Da parte aérea foram cortadas todas as folhas e extremidades dos galhos, ficando estes últimos mais ou menos compridos, segundo o seu desenvolvimento (fig. 1 e 2). As mudas foram sempre arrancadas e plantadas no mesmo dia. As raízes, depois de lavadas, foram recobertas com barro.

A plantação foi feita com tábua de plantar, ficando o colo das plantas cinco centímetros acima do nível do solo. As mudas plantadas na 1.ª quinzena de dezembro foram regadas com 40 litros de água. As demais somente com 20 litros, em virtude de a terra já se achar muito umedecida com as chuvas.

Não houve falhas no pegamento das mudas. Entretanto, em março de 1934, foram substituídas as mudas seguintes, por falta de brotamento nos ramos da copa: A-20-6, A-34-1, B-34-7, E-30-3, E-41-7 e H-11-10. As novas mudas eram da mesma idade e origem que as substituídas.

III — Terreno e seu preparo.

Todo o terreno destinado a esta experiência foi, durante muitos anos, mantido em invernada de "catigueiro" com muita "samambaia". A topografia é quase perfeitamente plana (fig. 3 a 6).

Em 1930 foi iniciado o destocamento, que ficou terminado em 1931. Nesse último ano foram executados: plantio do "quebra-vento"; lavra cruzada e destorroamento com trator; plantação de "feijão de porco"; cortes contínuos da "samambaia".

Em 1932: Lavra com trator, plantação de "feijão de porco" e cortes contínuos da "samambaia".

Em 1933: Passagem do destorroador com trator; em março, plantação de "mucuna", depois destruída, ainda nova, pela geada; cortes contínuos da samambaia; lavra, com trator, em novembro; alinhamento e estaqueamento; início do coveamento e da plantação em dezembro.

IV — Divisão do terreno.

O terreno foi dividido em 6 quadras por meio de 3 carreadores: 2 longitudinais e 1 transversal. Os carreadores ficaram com 8 metros de planta a planta (gráfico 1).

V — Afastamento dos "quebra-ventos".

As linhas externas da plantação ficaram afastadas dos "quebra-ventos" (*Eucalyptus*) por uma distância mínima de 40 metros (gráfico 1).

VI — Distância ou compasso da plantação.

A plantação foi feita "em quadrado" de 8 metros de lado, distância julgada máxima para a variedade "Baía" na terra desta Estação.

VII — Covas.

Foram feitas com estas dimensões: 60 x 60 x 60 cm.

As covas foram abertas e, em seguida, fechadas, lote por lote. Cada "lote" assim preparado foi logo plantado. O enchimento das covas foi feito exclusivamente com terra da superfície.

VIII — Disposição dos lotes, parcelas e isolantes.

De acordo com o gráfico n.º 1, destinam-se ao estudo experimental de adubação 1376 árvores, distribuídas por 172 parcelas de 8 árvores cada uma. Cada grupo de parcelas, considerado no sentido transversal do terreno (vertical nos gráficos) constitui um "lote".

Os lotes são designados por ordem alfabética: A, B, C, D, E, F, G, H.

Os lotes A, B, C, D, E, F, teem 53 linhas no sentido longitudinal do terreno (horizontal nos gráficos), as quais são designadas pelos números seguidos de 1 a 53. Os lotes G e H teem somente 32 linhas no sentido longitudinal do terreno.

Os lotes A, B, C, D, E, F, contem 24 parcelas e os lotes G e H, apenas 14.

Os lotes abrangem parcelas e isolantes. Toda parcela é separada das demais por linhas de árvores isolantes.

São consideradas "isolantes" e, portanto, não sujeitas a observações do ponto de vista das adubações: — 1.º) As duas linhas de árvores distribuidas em todas as faces externas da plantação. 2.º) As árvores que margeam os carreadores longitudinais (linhas 18, 19, 35 e 36) e transversal (árvores n.º 10 do lote D e n.º 1 do lote E). 3.º) Todas as árvores que envolvem as parcelas em experimentação. O total de árvores da experiência (parcelas e isolantes) se eleva a 3 650 plantas, ocupando a área de 233 600 m² ou 9,65 alqueires.

A posição de cada árvore desta plantação será determinada por uma **letra**, que indica o lote, um **número**, que indica a linha e outro **número**, que indica a árvore (por exemplo: A-13-8).

A posição de cada parcela será determinada apenas por uma **letra**, que indica o lote, e um **número**, que indica a linha (por exemplo: C-34).

As árvores isolantes dos lotes A, B, C, D, linhas 1 a 35, proveem de borbulhas da árvore designada por "Pé-4". As isolantes dos lotes E, F, linhas 1 a 35 e G, H, linhas 1 a 32, proveem do "Pé-3". As isolantes dos lotes A, B, C, D, linhas 36 a 53, proveem do "Pé-1". As isolantes dos lotes E, F, linhas 36 a 53 proveem do "Pé-2".

As primeiras 5 árvores de todas as parcelas proveem do "Pé-1". As duas últimas árvores (7.ª e 8.ª) de todas as parcelas proveem do "Pé-2".

A 6.ª árvore das parcelas dos lotes A, B, C, proveem do "Pé-1" e a 6.ª árvore das parcelas dos lotes D, E, F, G, H, provem do "Pé-2".

IX — Solo.

O solo foi analisado em dois pontos, indicados no gráfico 1 pelo sinal "X". O resultado da análise foi descrito em detalhe por Paiva Neto (3).

X — Tratos culturais nos primeiros 7 anos (1934-40).

Após a plantação definitiva, os tratos culturais consistiram no seguinte :

Solo : — O terreno foi mantido sempre limpo durante o período de seca (abril-setembro) e com vegetação (feijão de porco ou mucuna e capins naturais) durante o período das chuvas (outubro-março).

Procedeu-se ao enterrio dos adubos verdes e do capim por meio de aração ou de gradeação (destorroador de discos).

Planta : — Durante os 4 primeiros anos foram feitas sucessivas desbrotas na haste das árvores, sem nenhuma poda da copa. Nos anos seguintes fizeram-se leves podas nas copas, eliminando-se apenas os raminhos centrais para melhorar o arejamento e facilitar a penetração das caldas inseticidas e fungicidas.

Estes tratamentos resumiram-se em aspersões com emulsão de óleo contra coccídeos (*Chrysomphalus*, *Pinaspis*) nos anos de 1934 e 1935. Em 1936 e 1938 fez-se uma fumigação geral com "Calcid", em virtude de forte infestação de *Chrysomphalus*.

Em outubro de 1938 e de 1939 foram feitas aspersões gerais com calda bordalesa (1%) e óleo (1%) para controle de verrugose (*Elsinoe australis*).

C) — ANÁLISE ESTATÍSTICA

I — Limitação do terreno.

Para facilitar a subdivisão do terreno em blocos e sub-blocos iguais foi em parte necessário eliminar algumas árvores. Deste modo foi fácil subdividir os lotes designados acima e nos gráficos 1 a 3 com as letras A, B, C, D, E e F em quatro sub-blocos, cada um com 6 parcelas de 8 árvores.

Estas parcelas são formadas pelas árvores descendentes dos pés "1" ou "2" e separadas uma da outra pelas isolantes, descendentes dos pés "3" e "4". Nos lotes G e H duas parcelas foram eliminadas, figurando assim aqui dois sub-blocos em cada lote com o mesmo número 6 de parcelas, como nos sub-blocos dos lotes A até F.

Séries de árvores, em direção longitudinal do terreno ou horizontal nos gráficos, foram chamadas linhas; séries de árvores, em direção transversal do terreno ou vertical nos gráficos, foram chamadas colunas (gráfico 2).

II — Número de frutas por árvore e subdivisão do terreno.

1 — **Teste de homogeneidade nos sub-blocos :** — Foram experimentados muitos agrupamentos de linhas, colunas, etc. para ver qual deles dava a melhor subdivisão do terreno. Mas, muitos deles não se mostraram vantajosos e, em vez de discutir todos em detalhe, vamos

limitar-nos aquí àquele que finalmente se mostrou o mais satisfatório. O terreno parece, de acordo com a nossa análise estatística, bastante heterogêneo, e isso em mais de uma direção, de modo que uma subdivisão em poucos blocos grandes, como numa outra experiência sobre café (1), não foi possível.

O terreno foi finalmente dividido em 7 blocos, todos do mesmo tamanho, de 200 x 144 m, com 12 linhas e 16 colunas de árvores e numerados I, II, etc. como consta no gráfico 2. Depois cada bloco, por sua vez, foi subdividido em 4 sub-blocos, de modo que o terreno total ficou com $7 \times 4 = 28$ sub-blocos. Estes sub-blocos, medindo 100 x 72 m, e arranjados em quadrado dentro dos blocos, são formados por 6 linhas de 8 árvores (6 parcelas).

O resultado destas subdivisões para a análise estatística do número de frutas por árvore está reunido no quadro I, tanto com referência à produção anual em 1938, 1939 e 1940, como à produção total dos 3 anos.

O quadro I consiste em duas partes. A parte inferior que será discutida em primeiro lugar, contém a subdivisão do erro "dentro" dos 28 sub-blocos em três partes: entre as 8 colunas, entre as 6 linhas de cada sub-bloco e, finalmente, o resíduo. Os respectivos valores de σ são insignificantes em 1938 e significantes em todos os demais casos.

Antes, porém, de entrar em considerações mais detalhadas, é necessário fazer um teste de homogeneidade para cada sub-bloco individualmente, indispensável especialmente em nosso caso, em que o tamanho do terreno é tão grande. Os resultados desse teste encontram-se nos quadros II a V.

Estudando em primeiro lugar os $3 \times 28 = 84$ erros residuais de todos os sub-blocos nos 3 anos (as últimas duas colunas dos quadros II a IV), encontramos a seguinte distribuição dos valores de σ :

Frequência { obs : esp :	Menor que 1 Limites de probabilidade			Apro- ximada- mente 1	Maior que 1 Limites de probabilidade		
	fora de 1%	1%-100%	5%-1%		5%-1%	1%-100%	fora de 1%
	2	3	1		56	6	14
	0,04	0,38	1,68	79,80	1,68	0,38	0,04

QUADRO I

ENSAIO DE ADUBAÇÃO DE LARANJA — Limeira

Variação do número de frutas por árvore

COMPONENTES	nf	1938		1939		1940		Total dos 3 anos	
		σ	ϑ	σ	ϑ	σ	ϑ	σ	ϑ
Total	1338	$\pm 34,55$	1,12	$\pm 59,79$	1,28	$\pm 75,63$	1,12	$\pm 123,43$	1,14
Entre 7 blocos	6	$\pm 139,50$	<u>4,52</u>	$\pm 350,98$	<u>7,50</u>	$\pm 326,10$	<u>4,84</u>	$\pm 515,32$	<u>4,75</u>
Dentro de 7 blocos	21	$\pm 80,95$	<u>2,62</u>	$\pm 132,52$	<u>2,83</u>	$\pm 147,73$	<u>2,20</u>	$\pm 206,05$	1,90
Entre 4 sub-blocos									
Resíduo (Dentro de 7x4 sub-blocos)	1311	$\pm 31,04$	1,01	$\pm 52,94$	1,13	$\pm 70,75$	1,05	$\pm 116,85$	1,08
Dentro de 28 sub-blocos :									
Entre 8 colunas	196	$\pm 34,73$	1,12	$\pm 62,41$	<u>1,33</u>	$\pm 76,93$	<u>1,14</u>	$\pm 131,94$	<u>1,22</u>
Entre 6 linhas (Parcelas)	140	$\pm 35,85$	1,16	$\pm 74,41$	<u>1,59</u>	$\pm 84,34$	<u>1,25</u>	$\pm 147,14$	<u>1,36</u>
Resíduo	975	$\pm 30,88$	—	$\pm 46,78$	—	$\pm 67,24$	—	$\pm 108,40$	—
Média geral	1339	34,22		96,98		95,23		226,44	

QUADRO II

ENSAIO DE ADUBAÇÃO DE LARANJA — Limeira

Variação dentro dos sub-blocos

(Número de frutas por árvore e ano)

1938

Blocos	Sub-blocos	Total nf = 47		Entre colunas nf = 7		Entre linhas nf = 5		Resíduo nf = 35	σ Resíduo σ R. Total (32,04)
		σ	δ	σ	δ	σ	δ	σ	
I	1	± 23,04	1,07	± 31,04	1,44	± 19,30	0,89	± 21,61	0,68
	2	± 24,22	0,98	± 23,06	0,93	± 22,18	0,90	± 24,73	(0,77)
	3	± 20,76	0,98	± 21,31	1,03	± 15,08	0,71	± 21,25	0,66
	4	± 21,17	1,02	± 21,82	1,05	± 22,51	1,08	± 20,84	0,65
II	1	± 31,08	1,00	± 26,71	0,86	± 37,09	1,20	± 30,96	0,97
	2	± 30,71	1,11	± 40,93	1,48	± 34,69	1,26	± 27,57	0,86
	3	± 32,45	1,07	± 30,77	1,02	± 46,54	1,54	± 30,19	0,94
	4	± 26,07	0,90	± 14,11	0,49	± 14,34	0,49	± 29,04	0,91
III	1	± 23,43	1,10	± 25,41	1,19	± 29,81	1,40	± 21,30	0,67
	2	± 25,83	0,94	± 22,78	0,83	± 16,64	0,61	± 27,43	0,86
	3	± 26,40	1,17	± 30,89	1,37	± 40,78	1,81	± 22,52	0,70
	4	± 29,84	1,05	± 40,95	1,43	± 18,02	0,63	± 28,53	0,89
IV	1	± 34,79	1,02	± 41,11	1,21	± 30,70	0,90	± 33,96	1,06
	2	± 27,75	0,98	± 23,73	0,84	± 29,52	1,05	± 28,24	0,88
	3	± 39,18	1,21	± 42,38	1,31	± 67,52	2,08	± 32,42	1,01
	4	± 29,45	1,20	± 42,91	(1,74)	± 36,36	1,48	± 24,64	(0,77)
V	1	± 23,21	1,03	± 24,27	1,08	± 26,55	1,18	± 22,47	0,70
	2	± 32,40	1,09	± 45,39	(1,53)	± 29,05	0,98	± 29,63	0,93
	3	± 23,75	1,10	± 29,21	1,36	± 29,23	1,36	± 21,55	0,67
	4	± 27,60	1,01	± 26,64	0,97	± 29,79	1,08	± 27,46	0,86
VI	1	± 43,21	1,12	± 42,73	1,10	± 66,55	(1,72)	± 38,71	(1,21)
	2	± 23,27	0,94	± 15,74	0,63	± 20,81	0,84	± 24,86	(0,78)
	3	± 45,01	0,99	± 42,91	0,95	± 45,63	1,01	± 45,33	1,42
	4	± 29,44	1,12	± 43,75	1,67	± 25,70	0,98	± 26,21	0,82
VII	1	± 49,12	1,00	± 42,31	0,86	± 56,06	1,14	± 49,33	1,54
	2	± 43,80	0,98	± 44,79	1,01	± 36,97	0,83	± 44,50	1,39
	3	± 40,60	0,99	± 44,68	1,09	± 29,08	0,71	± 41,15	1,29
	4	± 41,75	1,06	± 47,75	1,21	± 48,33	1,23	± 39,31	1,23

QUADRO III

ENSAIO DE ADUBAÇÃO DE LARANJA — Limeira

Variação dentro dos sub-blocos

(Número de frutas por árvore e ano)

1939

Blocos	Sub-blocos	Total nf = 47		Entre colunas nf = 7		Entre linhas nf = 5		Resíduo nf = 35	$\frac{\sigma \text{ Resíduo}}{\sigma \text{ R Total}}$ (52,94)
		σ	ϑ	σ	ϑ	σ	ϑ	σ	
I	1	± 56,06	1,22	± 89,35	1,95	± 60,03	1,31	± 45,91	0,87
	2	± 53,34	1,15	± 69,00	1,49	± 70,70	1,53	± 46,20	0,87
	3	± 43,79	1,25	± 65,41	1,87	± 58,54	(1,67)	± 35,07	0,66
	4	± 51,10	1,25	± 81,71	1,99	± 58,61	1,43	± 41,00	(0,77)
II	1	± 75,88	1,11	± 97,15	1,42	± 89,55	1,31	± 68,54	1,29
	2	± 38,99	1,12	± 35,08	1,01	± 64,33	1,85	± 34,70	0,66
	3	± 56,52	1,10	± 53,03	1,03	± 87,03	(1,70)	± 51,27	0,97
	4	± 45,21	0,99	± 32,71	0,71	± 54,52	1,19	± 45,89	0,87
III	1	± 60,38	1,26	± 75,27	1,57	± 100,96	2,10	± 48,02	0,91
	2	± 55,02	1,08	± 60,13	1,18	± 72,03	1,41	± 50,99	0,96
	3	± 55,71	1,18	± 65,79	1,39	± 86,02	(1,82)	± 47,39	0,90
	4	± 69,14	1,16	± 76,74	1,29	± 108,55	(1,82)	± 59,65	1,13
IV	1	± 50,02	1,05	± 59,37	1,25	± 51,65	1,08	± 47,68	0,90
	2	± 42,81	1,14	± 52,93	1,41	± 58,79	1,57	± 37,52	0,71
	3	± 33,02	1,06	± 46,45	1,50	± 21,69	0,70	± 31,07	0,59
	4	± 43,06	1,23	± 63,47	1,81	± 56,62	(1,62)	± 35,01	0,66
V	1	± 58,05	1,06	± 57,57	1,05	± 76,61	1,39	± 54,99	1,04
	2	± 47,42	1,07	± 57,98	1,30	± 50,96	1,15	± 44,45	0,84
	3	± 47,69	1,05	± 48,62	1,07	± 60,58	1,34	± 45,36	0,86
	4	± 50,08	1,17	± 74,87	(1,74)	± 52,94	1,23	± 42,97	0,81
VI	1	± 51,71	1,17	± 46,44	1,06	± 91,71	2,08	± 44,01	0,83
	2	± 44,22	1,06	± 42,58	1,02	± 60,07	1,44	± 41,73	(0,79)
	3	± 43,20	1,07	± 54,66	1,36	± 44,76	1,11	± 40,28	(0,76)
	4	± 53,05	1,10	± 64,29	1,33	± 64,99	1,34	± 48,42	0,91
VII	1	± 59,75	1,30	± 53,72	1,16	± 120,93	2,62	± 46,13	0,87
	2	± 61,25	1,08	± 44,23	0,78	± 99,70	1,76	± 56,81	1,07
	3	± 52,05	1,04	± 46,90	0,93	± 69,08	1,38	± 50,17	0,95
	4	± 62,33	1,24	± 77,66	(1,54)	± 99,96	1,98	± 50,45	0,95

QUADRO IV

ENSAIO DE ADUBAÇÃO DE LARANJA — Limeira

Variação dentro dos sub-blocos

(Número de frutas por árvore e ano)

1940

Blocos	Sub-blocos	Total nf = 47		Entre colunas nf = 7		Entre linhas nf = 5		Resíduo nf = 35	$\frac{\sigma \text{ Resíduo}}{\sigma \text{ R Total}}$ (70,75)
		σ	ϑ	σ	ϑ	σ	ϑ	σ	
I	1	± 58,18	1,12	± 72,45	1,40	± 74,79	1,44	± 51,92	0,73
	2	± 77,79	1,13	± 83,06	1,20	± 116,59	(1,69)	± 69,05	0,98
	3	± 43,67	0,98	± 39,13	0,88	± 42,70	0,96	± 44,66	0,63
	4	± 61,54	1,08	± 68,89	1,22	± 77,26	1,35	± 57,06	0,81
II	1	± 88,08	1,11	± 131,98	(1,65)	± 68,14	0,85	± 80,19	1,15
	2	± 77,39	1,04	± 89,84	1,21	± 78,66	1,06	± 74,46	1,05
	3	± 79,40	1,07	± 98,47	1,33	± 84,27	1,14	± 74,08	1,05
	4	± 76,56	0,95	± 59,91	0,74	± 64,95	0,80	± 80,94	1,14
III	1	± 53,72	1,17	± 46,22	1,01	± 97,45	2,13	± 45,72	0,65
	2	± 63,84	0,93	± 55,73	0,81	± 29,37	0,43	± 68,77	0,97
	3	± 58,43	1,02	± 56,18	0,98	± 67,71	1,18	± 57,43	0,81
	4	± 70,77	0,96	± 61,38	0,83	± 59,12	0,80	± 73,98	1,05
IV	1	± 61,51	0,99	± 57,32	0,92	± 62,28	1,00	± 62,21	0,88
	2	± 59,41	1,03	± 66,73	1,16	± 60,92	1,06	± 57,61	0,81
	3	± 73,94	1,13	± 91,35	1,40	± 99,17	1,52	± 65,33	0,93
	4	± 66,71	1,00	± 80,03	1,20	± 38,55	0,58	± 66,95	0,95
V	1	± 69,70	1,08	± 77,26	1,20	± 90,59	1,41	± 64,47	0,91
	2	± 64,93	1,05	± 66,36	1,07	± 81,42	1,32	± 61,91	0,88
	3	± 57,99	1,06	± 49,34	0,90	± 85,23	1,56	± 54,70	(0,77)
	4	± 77,14	1,12	± 89,00	1,29	± 103,62	1,50	± 69,80	0,99
VI	1	± 92,27	1,10	± 100,44	1,19	± 126,28	1,50	± 84,24	1,19
	2	± 67,05	0,97	± 54,49	0,79	± 68,34	0,99	± 69,17	0,98
	3	± 84,99	1,09	± 118,18	(1,52)	± 78,00	1,00	± 77,70	1,10
	4	± 69,39	1,04	± 45,44	0,68	± 106,74	(1,60)	± 66,52	0,94
VII	1	± 69,48	0,99	± 66,06	0,94	± 69,53	0,99	± 70,13	0,99
	2	± 77,89	0,97	± 54,55	0,68	± 85,64	1,06	± 80,64	1,14
	3	± 81,64	1,19	± 73,38	1,07	± 149,79	2,19	± 68,32	0,97
	4	± 74,34	1,05	± 82,72	1,17	± 84,47	1,19	± 70,85	1,00

Não pode haver dúvida de que a distribuição não é normal, mas as frequências esperadas nas classes extremas não são bastante grandes para permitirem um " χ^2 — teste".

Deve-se tomar também em consideração que a média geral no ano 1938 é bem pouco maior do que o erro residual, de modo que não podemos, de-fato, nesse ano, esperar uma variação normal.

A homogeneidade dentro dos sub-blocos não é muito pronunciada. Agrupando os valores de $\vartheta = \sigma E : \sigma R$ tanto para colunas (colunas 5 e 6 dos quadros II a IV) como para linhas ou parcelas (colunas 7 e 8 dos quadros II a IV), nos anos 1938-1939, obtemos o seguinte :

		Menores que 1	Maiores que 1					
		Limites de pro- babilidade :	até 5%	até 5%	5%-1%	1%-1000	fora de 1000	
Frequência	{	obs :	Colunas	23	50	6	5	—
		{	Linhas	21	49	8	5	1
			esp :	42	39,90	1,68	0,38	0,04

Temos de notar que, nos dois casos, tanto com referência às colunas como às linhas, a maioria dos valores é maior do que 1, e que entre estes encontramos valores bem grandes. Existe então uma tendência de heterogeneidade e ela é um pouco maior entre linhas ou parcelas do que entre colunas. Mas, a-pesar-de significantes, os valores de ϑ não são muito grandes, ultrapassando o valor de 2 somente em alguns casos.

Em resumo, podemos concluir desta análise dos 28 sub-blocos que existe uma certa heterogeneidade que, do ponto de vista da estatística, é certamente significativa. Isto é também corroborado pelos resultados da decomposição do erro "dentro" dos sub-blocos do quadro 1 (metade de baixo), no qual o erro tanto entre linhas ou parcelas como entre colunas é significantemente maior do que o erro residual dos sub-blocos. Mas, todos os ϑ correspondentes são pequenos e, com uma exceção, menor do que 1,5. Se compararmos estes valores com aqueles da parte superior do mesmo quadro I, é evidente que a significância estatística não é acompanhada pela importância prática. Do ponto de vista desta última, as variações dentro dos sub-blocos parecem perfeitamente desprezíveis.

Referimo-nos até agora somente aos dados dos três anos isoladamente. A situação é a mesma quando consideramos a produção total destes anos (quadro V).

Em resumo, parece justificada a nossa resolução de deixar fora de consideração a variação dentro dos 28 sub-blocos e considerar como erro residual e inevitável da experiência os erros dentro dos sub-blocos, dados na quarta linha do quadro I.

2 — **A variação entre sub-blocos e blocos** : — Tomando o erro dentro dos sub-blocos como erro residual, ficam ainda dois componentes do erro total a considerar : "entre 7 blocos" e "dentro dos 7 blocos, entre os $7 \times 4 = 28$ sub-blocos".

O último componente dá quocientes de ϑ significantes com valores entre 2 e 3, ao passo que o outro dá valores de ϑ muito maiores ainda, entre 4 e 8. Em vista da grande importância da variação dos 4 sub-blocos de cada bloco, foi feita uma análise mais detalhada e os resultados estão reunidos no quadro VI. Os erros entre 4 sub-blocos, para cada bloco e ano, foram calculados e comparados pelo ϑ — teste, com os respectivos erros residuais de cada ano tirados do quadro I.

O bloco V é bem homogêneo sendo todos os 3 valores de ϑ , correspondentes aos três anos, insignificantes. Outros 4 blocos (I, II, III, IV) têm um a dois valores significantes e o bloco VII, finalmente, se mostra heterogêneo em todos os anos.

De um modo geral, a variação dentro dos blocos é menor do que aquela entre os blocos e pode por isso ser também desprezada como aquela dentro dos sub-blocos. Mas será necessário voltar a este ponto depois da aplicação de adubos, porque não se pode predizer se as árvores nos sub-blocos vão reagir todas do mesmo modo, com referência à adubação. Não devemos esquecer que a análise apresentada aqui é preliminar para a futura experiência de adubação. Nesta devemos esperar efeitos muito maiores, entre adubações eficientes e não eficientes, do que as variações constatadas dentro dos sub-blocos. Porém, a variação entre blocos já parece de ordem tão grande que não pode ser mais desprezada.

3 — **Subdivisão final do terreno** : — Como resultado final, temos de distinguir os três componentes seguintes :

- a) 7 blocos com os números I até VII no gráfico 2, que variam muito, não podendo por isso ser considerados como homogêneos entre si;
- b) 4 sub-blocos por bloco (numerados de 1 até 4 no gráfico 2), que mostram bastante variação, mas já de uma dimensão bem menor. Eles podem servir ainda para avaliar a variação do terreno.

QUADRO V

ENSAIO DE ADUBAÇÃO DE LARANJA — Limeira

1938
1939
1940

Variação dentro dos sub-blocos
(Número de frutas por árvore nos 3 anos)

Blocos	Sub-blocos	Total nf = 47		Entre colunas nf = 7		Entre linhas nf = 5		Resíduo nf = 35	σ Resíduo σ R Total (116,85)
		σ	δ	σ	δ	σ	δ	σ	
I	1	±110,79	1,21	±172,84	1,88	±121,22	1,32	± 91,73	0,78
	2	±112,43	1,09	±148,45	1,44	±113,02	1,09	±103,38	0,88
	3	± 75,61	1,04	± 77,25	1,07	± 92,90	1,28	± 72,46	0,62
	4	±102,32	1,17	±160,14	1,84	± 96,92	1,11	± 87,12	(0,75)
II	1	±156,68	1,13	±218,92	(1,58)	±170,73	1,23	±138,63	(1,19)
	2	±100,06	1,10	± 99,35	1,09	±151,98	(1,67)	± 91,16	(0,78)
	3	±130,18	1,05	±123,41	0,99	±117,19	0,94	±124,43	1,06
	4	±125,85	0,92	± 78,84	0,57	± 89,98	0,66	±137,35	1,18
III	1	±100,15	1,27	± 90,98	1,16	±198,94	2,53	± 78,56	0,67
	2	±110,44	0,99	±122,55	1,10	± 78,39	0,70	±111,80	0,96
	3	±112,08	1,12	±125,91	1,26	±160,40	(1,60)	±100,11	0,86
	4	±142,35	1,05	±156,65	1,15	±163,08	1,20	±136,03	1,16
IV	1	± 99,70	1,07	±120,98	1,30	±110,49	1,19	± 93,16	0,80
	2	±108,07	1,08	±121,55	1,21	±136,45	1,36	±100,32	0,86
	3	±109,13	1,13	±134,51	1,39	±144,72	1,49	± 96,86	0,83
	4	±106,90	1,06	±150,97	1,49	± 62,01	0,61	±101,19	0,87
V	1	±114,39	1,12	±142,68	1,39	±144,79	1,41	±102,50	0,88
	2	± 97,36	1,00	±102,78	1,05	± 88,58	0,91	± 97,45	0,83
	3	± 87,72	0,99	± 79,34	0,90	± 94,55	1,07	± 88,30	(0,76)
	4	±103,56	1,07	± 92,28	1,01	±146,37	1,51	± 97,00	0,83
VI	1	±167,68	1,17	±183,63	1,28	±268,79	(1,88)	±143,07	(1,22)
	2	±104,23	0,96	± 69,32	0,64	±112,00	1,03	±108,93	0,93
	3	±136,63	1,11	±202,96	(1,65)	±108,66	0,88	±123,06	1,05
	4	±113,54	1,09	±101,67	0,98	±175,13	1,68	±104,20	0,89
VII	1	±122,35	1,09	±114,12	1,02	±186,71	(1,67)	±111,86	0,96
	2	±121,24	0,94	± 69,72	0,54	±122,63	0,95	±128,92	1,10
	3	±121,86	1,19	±107,57	1,05	±223,26	2,18	±102,48	0,88
	4	±134,42	1,10	±155,80	1,28	±176,54	1,45	±122,04	1,04

QUADRO VI

ENSAIO DE ADUBAÇÃO DE LARANJA — Limeira

Variação dos sub-blocos dentro dos blocos

BLOCOS	1938			1939			1940			Total dos 3 anos		
	$\bar{v}$	σ	$\vartheta = \frac{\sigma}{\sigma D} (31,04)$	$\bar{v}$	σ	$\vartheta = \frac{\sigma}{\sigma D} (52,94)$	$\bar{v}$	σ	$\vartheta = \frac{\sigma}{\sigma D} (70,75)$	$\bar{v}$	σ	$\vartheta = \frac{\sigma}{\sigma D} (116,85)$
I	22,66	$\pm 24,03$	0,77	106,32	$\pm 76,73$	1,45	74,07	$\pm 186,71$	2,64	203,05	$\pm 193,07$	(1,65)
II	32,30	$\pm 38,15$	1,23	74,94	$\pm 168,26$	3,18	136,32	$\pm 76,98$	1,09	243,56	$\pm 163,74$	1,40
III	26,20	$\pm 19,00$	0,61	101,12	$\pm 112,47$	2,12	74,06	$\pm 88,03$	1,24	201,38	$\pm 105,07$	0,90
IV	39,72	$\pm 41,21$	1,33	60,19	$\pm 150,57$	2,84	92,99	$\pm 219,47$	3,10	192,90	$\pm 472,79$	4,05
V	25,68	$\pm 46,74$	1,51	112,00	$\pm 69,56$	1,31	79,03	$\pm 88,14$	1,25	216,71	$\pm 126,06$	1,08
VI	45,70	$\pm 110,42$	3,56	87,35	$\pm 55,44$	1,05	93,21	$\pm 53,66$	0,76	226,26	$\pm 103,45$	0,89
VII	47,42	$\pm 162,48$	5,23	136,97	$\pm 146,83$	2,77	117,16	$\pm 208,66$	2,95	301,55	$\pm 248,91$	2,13
Todos os blocos	34,22	$\pm 80,95$	2,61	96,98	$\pm 132,52$	2,50	95,23	$\pm 147,73$	2,09	226,44	$\pm 206,05$	1,76

 $\bar{v}$ = média dos blocos σ = erro "standard" dentro dos blocos e entre os 4 sub-blocos σD = erro "standard" dentro de todos os blocosErro das médias dos sub-blocos = $\frac{\sigma}{\sqrt{48}} = \frac{\sigma}{6,9}$

c) As árvores dentro dos sub-blocos são razoavelmente homogêneas e podem ser combinadas em colunas de 6, ou linhas de 8 árvores cada uma, com heterogeneidade pequena e praticamente desprezível.

Uma vez que as isolantes já plantadas foram arranjadas de modo a formar separações entre linhas, e não entre colunas, foi resolvido usar as linhas de 8 árvores cada uma, como parcelas.

Deste modo, a seguinte subdivisão para a futura experiência de adubação foi aceita :

7 Séries independentes, correspondendo cada uma a um bloco, com **4 repetições completas**, concernentes aos 4 sub-blocos em cada bloco, para estimar os efeitos do terreno, e **6 tratamentos** por sub-bloco, cada um aplicado **em parcelas de 8 árvores**. Para ter, porem, sempre material estritamente comparavel, e para permitir com segurança um "confounding" das sete séries nos blocos, foi recomendado dedicar uma parcela de 8 árvores em cada sub-bloco a **um controle**, que recebe em todos os casos o mesmo tratamento, obtendo-se assim $7 \times 4 = 28$ parcelas controles.

"Parcelas controles" distribuidas regularmente sobre o terreno tambem podem ser usadas para calcular médias parciais para as parcelas de adubação, localizadas entre dois controles e, assim, tentar tambem eliminar os efeitos da variação do terreno. Todavia, um tal processo deve ser realizado com bastante cuidado num terreno tão heterogêneo como aquele da nossa experiência.

Decidimos localizar as "parcelas controles" pelo modo indicado no gráfico 2. Assim seria possível fazer futuramente, se necessário, uma análise dos "controles" agrupados em direção horizontal, vertical ou diagonal. Tomamos, portanto, em consideração unicamente o ponto de vista "geográfico". Uma vez que a variação das parcelas dentro dos sub-blocos foi razoavelmente pequena, de modo que os mesmos foram considerados como suficientemente homogêneos, não foi necessário tomar tambem em consideração a produção das parcelas escolhidas.

III — Os grupos de árvores provenientes das borbulhas 1 e 2.

Conforme se explicou, foram usadas borbulhas de duas árvores matrizes. Achamos necessário fazer tambem uma análise detalhada para ver se os dois grupos de árvores, "1" e "2", se comportaram igualmente. Os resultados da análise estatística estão resumidos no quadro VII.

Em primeiro lugar podemos notar que cada um dos grupos exhibe as mesmas anormalidades de variação que as do conjunto (comparar

as partes superiores nos quadros I e VII). A variação entre os 7 blocos é sempre bem grande, a variação entre sub-blocos dentro dos blocos é já menor, mas ainda notável; e a variação entre colunas de 6 plantas dentro dos sub-blocos é relativamente desprezível. Os erros residuais (5.^a linha do quadro VII) são maiores do que os erros residuais da experiência inteira (penúltima linha dos quadros I e VII). Mas devemos levar em consideração que no quadro I a decomposição foi puxada mais para a frente e que também o erro entre-linhas foi separado do erro residual. Uma tal decomposição não foi aconselhável no quadro VII, uma vez que as linhas das árvores "1" são formadas por seis a cinco árvores e as das árvores "2", apenas por duas a três árvores.

Mais interessante, porém, é a comparação entre os dois grupos de árvores. Estudando os valores de θ dados na 6.^a, 9.^a, e 12.^a colunas do quadro VII, podemos notar o seguinte: dos $3 \times 4 = 12$ valores de θ , excluindo o θ dos erros totais, 3 são menores e 9 maiores do que 1, sendo esperado $6 \pm 1,7$. Existe então geralmente uma variação maior das árvores do grupo "1" do que das do grupo "2". A única exceção notável é o erro residual no ano de 1938.

Em segundo lugar é evidente que em dois dos três anos a variação entre linhas é bem maior para as árvores "1" do que para as árvores "2". Isto pode ser devido a várias causas, parecendo mais provável a seguinte: em consequência do número maior de linhas e árvores do tipo "1", estas últimas pegaram com mais frequência as manchas extremas do terreno heterogêneo.

As linhas no meio do quadro VII permitem uma comparação das médias dos dois grupos. Como indicado pela última parte do quadro, somente em 1939 temos uma variação significativa entre grupos, correspondendo a uma produção do grupo "1", maior em 12,55 frutas por árvores do que aquelas do grupo "2".

Existem então pequenas diferenças, significantes do ponto de vista estatístico, porém, em consequência de suas dimensões, sem muita importância prática. Elas são de-fato de tão pouca importância que podem ser desprezadas, mas a possibilidade de as árvores reagirem diferentemente também no futuro, com respeito às adubações, não deve ser excluída.

IV — Os ciclos anuais.

1 — **Tipos e sua distribuição no terreno:** — Numa análise detalhada, anterior, de uma experiência de café (1), encontrou-se uma heterogeneidade em muitos aspectos semelhante àquela descrita neste

QUADRO VII

ENSAIO DE ADUBAÇÃO DE LARANJA — Limeira

Diferença entre borbulhas "1" e "2"

	Graus de liberdade		1938			1939			1940		
	A	B	A	B	$\vartheta = \frac{A}{B}$	A	B	$\vartheta = \frac{A}{B}$	A	B	$\vartheta = \frac{A}{B}$
Total	908	429	± 34,36	± 40,77	0,84	± 63,71	± 56,34	1,13	± 78,84	± 76,25	1,03
Entre blocos	6	6	± 93,97	± 112,18	0,84	± 315,42	± 191,40	1,65	± 290,33	± 177,06	1,63
Dentro blocos	21	21	± 62,44	± 68,32	0,91	± 150,30	± 91,11	(1,65)	± 138,38	± 94,41	(1,47)
Entre sub-blocos	124	44	± 34,71	± 24,38	1,42	± 53,57	± 33,64	1,59	± 74,11	± 70,25	1,05
Dentro sub-blocos	757	358	± 32,25	± 37,87	0,85	± 54,62	± 50,63	1,08	± 73,19	± 72,89	1,00
Resíduo											
Média			33,31	36,69		97,25	96,40		98,94	87,39	
Média geral			34,22				96,98		95,23		
Erro entre borbulhas "1" e "2"	1		62,14			14,52			197,38		
Erro residual σR (quadro I) ..	975		30,88			46,78			67,24		
$\vartheta = \frac{\text{Entre A e B}}{\sigma R}$			(2,01)			0,31			2,94		

trabalho. Comparando em café a produção das árvores individualmente em anos seguidos, foi demonstrado que elas seguem em geral um dos 3 tipos de ciclo anual e, o que foi mais interessante ainda, que este ciclo é em parte dependente do terreno. Nesta experiência, a análise dos ciclos foi relativamente fácil, uma vez que tínhamos à nossa disposição as colheitas de 7 anos.

Uma inspeção dos dados do quadro VIII, que regista nas colunas 4 a 6 as médias parciais dos sub-blocos nos 3 anos, 1938, 1939 e 1940, indica claramente que aqui também existem no mínimo três ciclos anuais diferentes :

$$1938 < 1939 > 1940$$

$$1938 < 1939 = 1940$$

$$1938 < 1939 < 1940$$

Como representantes do primeiro tipo de ciclo anual podemos citar o sub-bloco I-1, com as médias 26,04 — 119,40 — 63,46 ; o seu vizinho, o sub-bloco I-2 segue o segundo ritmo : 27,47 — 94,51 — 108,79. Como representante do terceiro tipo, podemos citar o sub-bloco II-1 com as seguintes médias : 30,58 — 93,00 — 137,54.

Naturalmente o valor econômico destes 3 tipos de ciclo anual é bastante diferente. O número total de frutas nos 3 anos é menor no primeiro ($38 < 39 > 40$), maior no último ($38 < 39 < 40$) e intermediário no segundo ($38 < 39 = 40$). O número total, por exemplo, nos três casos citados acima é : 208,90 frutas, 230,77 frutas e 261,12 frutas na média, por parcela.

Todos os 28 sub-blocos foram depois classificados de acordo com o ciclo da produção média por parcela nos 3 anos, e a distribuição é indicada no gráfico 3. É evidente que eles não são distribuídos ao acaso no terreno. Aproximadamente, num lado encontramos os sub-blocos que seguem o tipo ($38 < 39 > 40$) e no outro domina o tipo ($38 < 39 < 40$), ao passo que uma zona aproximadamente diagonal entre eles corresponde ao tipo intermediário ($38 < 39 = 40$).

Foi resolvido então estudar os ciclos de árvores individualmente, e, não sendo possível analisar todas as árvores, 6 sub-blocos foram escolhidos, 2 de cada um dos três tipos de ciclo anual acima distinguidos, isto é, os sub-blocos : I-3 e I-4 do ciclo $38 < 39 > 40$, VI-3 e VI-2 do ciclo $38 < 39 = 40$ e finalmente II-1 e II-2 do ciclo $38 < 39 < 40$. Os resultados estão indicados no quadro IX.

QUADRO VIII
ENSAIO DE ADUBAÇÃO DE LARANJA — Limeira
Número médio de frutas por árvore

Blocos	Sub-blocos	SUB-BLOCOS				BLOCOS					
		N.º de árvores	1938	1939	1940	Total dos 3 anos	N.º de árvores	1938	1939	1940	Total dos 3 anos
I	1	48	26,04	119,40	63,46	208,90					
	2	47	27,47	94,51	108,79	230,77					
	3	48	18,06	100,12	44,88	163,06	191	22,66	106,32	74,07	203,05
	4	48	22,08	111,02	79,88	212,98					
II	1	48	30,58	93,00	137,54	261,12					
	2	48	28,90	48,65	151,54	229,09					
	3	47	40,60	98,34	127,51	266,45	191	32,30	74,94	136,32	243,56
	4	48	29,29	60,25	128,50	218,04					
III	1	48	27,38	117,81	60,71	205,90					
	2	48	27,19	97,94	91,33	216,46					
	3	48	22,12	108,71	71,94	202,77	192	26,20	101,12	74,06	201,38
	4	48	28,10	80,04	72,25	180,39					
IV	1	48	35,96	58,96	69,90	164,82					
	2	48	33,98	48,90	110,96	193,84					
	3	48	41,83	41,85	62,83	146,51	192	39,72	60,19	92,99	192,90
	4	48	47,10	91,04	128,27	266,41					
V	1	48	26,17	115,19	90,67	232,03					
	2	48	35,02	77,52	78,62	191,16					
	3	48	20,19	135,00	61,44	216,63	192	25,68	112,00	79,03	216,71
	4	48	21,33	120,29	85,40	227,02					
VI	1	47	56,94	82,89	81,79	221,62					
	2	47	31,89	82,79	94,87	209,55					
	3	48	61,94	84,21	99,40	245,55	190	45,70	87,35	93,21	226,26
	4	48	31,98	99,31	96,56	227,85					
VII	1	48	31,71	167,06	87,33	286,10					
	2	48	35,90	133,83	135,65	305,38					
	3	48	40,15	129,04	96,33	265,52	191	47,42	136,97	117,16	301,55
	4	47	82,68	117,55	150,00	350,23					

QUADRO IX

ENSAIO DE ADUBAÇÃO DE LARANJA — Limeira

Percentagem dos ciclos anuais

Blocos	Sub-blocos	Tipo anual do Sub-bloco	38 < 39 > 40		38 > 39 < 40		38 < 39 < 40		38 < 39 = 40		Σ n	Irregulares
			N.º de árvores	%	N.º de árvores	%	N.º de árvores	%	N.º de árvores	%		
I	3	38 < 39 > 40	36	78,3	—	—	8	17,4	2	4,4	46	2
I	4	38 < 39 > 40	25	54,4	—	—	11	23,9	10	21,7	46	2
			61	66,3	—	—	19	20,6	12	13,0	92	4
VI	3	38 < 39 = 40	21	48,8	5	11,6	14	32,6	3	7,0	43	5
VI	2	38 < 39 = 40	14	34,1	2	4,9	21	51,2	4	9,8	41	6
			35	41,7	7	8,3	35	41,7	7	8,3	84	11
II	1	38 < 39 < 40	8	19,0	4	9,5	25	59,5	5	11,9	42	6
II	2	38 < 39 < 40	2	4,8	15	35,7	24	57,1	1	2,4	42	6
			10	11,9	19	22,6	49	58,3	6	7,1	84	12

O número de árvores com ciclo irregular é relativamente pequeno : 27 árvores contra um total de 260 classificáveis.

É interessante notar que o tipo intermediário ($38 < 39 = 40$) atualmente não é frequente e se encontra, na média, em 10% das plantas de todos os sub-blocos, sem preferência para um dos sub-blocos. É a frequência relativa dos outros tipos de ciclo que determina o comportamento do sub-bloco inteiro. Nos sub-blocos I-3 e I-4 que seguem o tipo ($38 < 39 > 40$), este tipo de ciclo é seguido por 66% das árvores, ao passo que o ciclo $38 < 39 < 40$ é encontrado em cerca de 20% das árvores. De outro lado os sub-blocos II-1 e II-2 que seguem o tipo $38 < 39 < 40$ mostram relações quase invertidas : o tipo dominante é agora $38 < 39 < 40$ com cerca de 60% quando o tipo $38 < 39 > 40$ é representado apenas por cerca de 10%. Aqui aparece mais um tipo, invertido em relação ao último, alternando também, mas com máximas produções nos anos pares, representado por cerca de 20% das árvores.

Os sub-blocos VI-2 e VI-3 com as suas médias seguem o tipo de ciclo intermediário ($38 < 39 = 40$) e contêm apenas 10% de árvores deste ciclo. 40% seguem cada um dos tipos opostos ($38 < 39 > 40$) e ($38 < 39 < 40$) e cerca de 10% o tipo alternante $38 > 39 < 40$.

Podemos concluir que o comportamento dos sub-blocos é atualmente determinado pelas proporções de árvores que seguem um dos dois tipos dominantes, aquele com produções crescentes $38 < 39 < 40$ e o outro com produções alternantes $38 < 39 > 40$; entra também com frequência pequena um terceiro tipo alternante, mas com máximo nos anos pares $38 > 39 < 40$. O tipo $38 < 39 = 40$ talvez não represente de per si um tipo, mas é apenas uma modificação do ciclo $38 < 39 < 40$.

No trabalho sobre café (1) foram também distinguidos três tipos principais de ciclos, dois deles com produções alternantes em anos seguidos e máximos nos anos pares ou nos anos ímpares, e um com produção crescente até, no mínimo, ao sétimo (penúltimo) ano de experiência.

2 — Homogeneidade nos tipos : — Temos agora de analisar se as plantas classificadas nos quatro tipos formam de-fato grupos razoavelmente homogêneos, e se a heterogeneidade nos sub-blocos, acima mencionada, é um resultado da frequência com a qual os diferentes tipos de ciclo são neles representados ou se ainda há diferenças causadas por outras fontes de heterogeneidade entre os sub-blocos. Por isso foi realizado um teste "entre-dentro" para todas as plantas classificadas em um dos quatro tipos (quadro X). Usando os valores de $\delta = \sigma E : \sigma D$ (coluna 8 do quadro X) como indicadores da homogeneidade chegamos às seguintes conclusões :

QUADRO X

ENSAIO DE ADUBAÇÃO DE LARANJA — Limeira

Variação nos tipos anuais

ANOS	$\bar{v}$	Total		Entre sub-blocos			Resíduo		Resíduo de todas as árvores			
		nf	$\sigma^2 T$	ϑ	nf	$\sigma^2 E$	ϑ	nf	$\sigma^2 R$	$\sigma^2 D$	$\vartheta = \frac{\sigma^2 R}{\sigma^2 D}$	$\vartheta = \frac{\sigma^2 E}{\sigma^2 D}$

TIPO : 1938 < 1939 > 1940

1938.....	64,92	25	± 45,42	1,02	3	± 50,30	1,13	22	± 44,71	± 31,04	<u>1,44</u>	<u>1,62</u>
1939.....	35,00	25	± 40,36	1,04	3	± 51,27	1,33	22	± 38,63	± 52,94	0,73	0,97
1940.....	156,19	25	± 83,38	0,97	3	± 56,71	0,66	22	± 86,38	± 70,75	1,22	0,80
Total....	256,11	25	± 156,36	0,98	3	± 137,64	0,87	22	± 158,74	± 116,85	1,36	1,18

TIPO : 1938 > 1939 < 1940

1938.....	26,63	105	± 26,62	1,04	5	± 43,23	(1,70)	100	± 25,50	± 31,04	0,82	1,39
1939.....	112,75	105	± 47,68	1,09	5	± 98,75	<u>2,27</u>	100	± 43,58	± 52,94	0,82	<u>1,87</u>
1940.....	41,02	105	± 42,53	1,06	5	± 77,46	1,94	100	± 39,99	± 70,75	<u>0,57</u>	1,09
Total....	180,40	105	± 92,73	1,00	5	± 163,79	(1,77)	100	± 92,73	± 116,85	0,79	1,40

(Continuação)

ANOS	$\bar{v}$	Total		Entre sub-blocos			Resíduo		Resíduo de todas as árvores		
				nf	$\sigma^2 T$	θ	nf	$\sigma^2 R$	$\sigma^2 D$	$\theta = \frac{\sigma^2 R}{\sigma^2 D}$	$\theta = \frac{\sigma^2 E}{\sigma^2 D}$
		nf									

TIPO: 1938 < 1939 < 1940

1938.....	28,04	102	± 26,80	1,16	5	± 64,93	<u>2,81</u>	97	± 23,07	± 31,04	<u>0,74</u>	<u>2,09</u>
1939.....	80,56	102	± 48,14	1,02	5	± 62,63	1,32	97	± 42,28	± 52,94	<u>0,80</u>	1,18
1940.....	156,91	102	± 68,29	1,06	5	± 123,87	<u>1,93</u>	97	± 64,13	± 70,75	0,91	<u>1,75</u>
Total....	265,51	102	± 120,93	1,02	5	± 163,11	1,38	97	± 118,34	± 116,85	1,01	1,39

TIPO: 1938 < 1939 = 1940

1938.....	31,84	24	± 32,20	1,37	5	± 53,53	<u>2,27</u>	19	± 23,58	± 31,04	0,76	<u>1,72</u>
1939.....	121,28	24	± 50,23	0,99	5	± 48,86	0,97	19	± 50,58	± 52,94	0,96	0,92
1940.....	119,28	24	± 51,35	0,98	5	± 48,29	0,93	19	± 52,13	± 70,75	(0,74)	0,68
Total....	272,40	24	± 116,48	1,00	5	± 116,59	1,00	19	± 116,55	± 116,85	1,00	1,00

As 26 árvores do tipo 38 < 39 > 40 nos quatro sub-blocos formam um grupo homogêneo, fazendo aqui uma exceção os valores do ano de 1938.

Com referência aos outros dois tipos, 38 < 39 = 40 e 38 < 39 < 40, os sub-blocos diferem bastante entre si, como demonstrado pelos $\vartheta = \sigma E : \sigma D$. Para o primeiro destes tipos de ciclo anual, temos dos 4 valores de ϑ : 1 fora do 1‰; 1 entre os limites 1‰ e 1‰ e dois entre os limites 1‰ e 5‰. Para o outro um ϑ está fora do 1‰ limite; um entre os 1‰ e 1‰ limites e os restantes, insignificantes.

Assim, fica comprovado que os sub-blocos não somente diferem na frequência relativa dos quatro tipos de ciclo anual, como demonstrado no capítulo anterior, mas que também são diferentes com respeito aos valores absolutos de número de frutos alcançados por árvore.

Os erros residuais σR (10.^a coluna do quadro X) foram comparados com o erro residual σR da experiência inteira. Dos 16 valores de ϑ na penúltima coluna do quadro X, além de um valor que é igual a 1,00, quatro são maiores do que 1 e os 11 restantes menores do que 1. Dos quatro primeiros, 1 está fora do limite 1‰ e 3 são bem insignificantes. Dentre os 11 valores menores do que 1,00, dois estão fora do limite 1‰. É então evidente que temos em geral uma redução da variação, medida pelo erro residual σR dos tipos. Mais uma parte da variação foi excluída da variação residual, isto é, aquela que corresponde à diferença entre árvores de ciclo anual diferente. De outro lado, a redução do erro residual σR não era tão grande, a ponto de dar a impressão de que o agrupamento em 4 tipos de ciclo anual era artificial e forçado demais.

V — Dependência do número de frutas em anos seguidos.

Usamos numa publicação anterior (1) um método indireto para determinar se há ou não uma dependência da variação da produção duma mesma árvore em anos seguidos, qualquer que seja o seu tipo. O método mais completo seria naturalmente determinar todos os coeficientes de correlação r 38-39, r 38-40, r 39-40. Estes coeficientes podem ter em nosso caso valores entre 0 e + 1. O erro da soma da produção dos três anos deve variar, conseqüentemente, entre os dois limites seguintes:

$$\sigma \text{ soma} = \pm \sqrt{\sigma 38^2 + \sigma 39^2 + \sigma 40^2} \text{ se todos } r = 0 \text{ (Independência)}$$

$$\sigma \text{ soma} = \pm \sqrt{\sigma 38 + \sigma 39 + \sigma 40} \text{ se todos } r = 1 \text{ (Dependência).}$$

Os valores calculados com estas duas fórmulas para as árvores classificadas nos quatro tipos de ciclo anual, constam nas colunas 4 e 6

do quadro XI. No mesmo quadro temos, na coluna 3, os valores do erro da soma dos três anos, calculados diretamente do total de frutas por árvore nos três anos.

Comparando pelo ϑ — teste (colunas 5 e 7), vemos que são significantes quase todos os valores da 5.ª coluna e insignificantes os da

QUADRO XI

ENSAIO DE ADUBAÇÃO DE LARANJA — Limeira

Dependência entre anos

COMPONENTES	nf	TOTAL	INDEPENDÊNCIA		DEPENDÊNCIA	
		σ	σ indep.	$\vartheta = \frac{\sigma}{\sigma \text{ indep.}}$	σ dep.	$\vartheta = \frac{\sigma \text{ dep.}}{\sigma}$
38 < 39] > 40						
Total.....	25	±156,36	±103,19	<u>1,52</u>	±169,16	1,08
Entre	3	±137,64	± 91,52	1,50	±168,28	1,22
Dentro	22	±158,74	±104,66	<u>1,52</u>	±169,72	1,07
38 > 39 < 40						
Total.....	105	± 92,73	± 68,22	<u>1,36</u>	±116,83	(1,26)
Entre	5	±163,79	±132,75	<u>1,23</u>	±219,44	1,34
Dentro	100	± 92,73	± 64,41	<u>1,44</u>	±109,07	1,18
38 < 39 < 40						
Total.....	102	±120,93	± 87,72	<u>1,38</u>	±143,23	1,18
Entre	5	±163,11	±153,24	1,06	±251,43	1,54
Dentro	97	±118,34	± 82,95	<u>1,43</u>	±134,48	1,14
38 < 39 = 40						
Total.....	24	±116,48	± 78,72	<u>1,48</u>	±133,78	1,15
Entre	5	±116,59	± 87,09	1,34	±150,68	1,29
Dentro	19	±116,55	± 76,37	<u>1,53</u>	±126,29	1,08

última. Um único valor entre 50% e 10% dentro de 12 valores não tem importância. Assim, fica demonstrado que os números de frutas da mesma árvore em anos seguidos e para um tipo de ciclo são correlacionados. Uma árvore, que num ano é melhor e mais produtiva do que outras do mesmo tipo anual, será muito provavelmente melhor em todos os anos.

O mesmo resultado não podia ter sido obtido sem a separação prévia das árvores, de acordo com os seus tipos de ciclo anual. Para demonstrar isso foram executados os mesmos cálculos que para o quadro XI, também para os valores de ϑ do quadro I e os resultados obtidos estão incluídos no quadro XII.

É evidente que o uso de todas as árvores altera em conjunto a situação. Aos valores "entre-blocos" não pode ser atribuída muita importância, uma vez que o grau de liberdade é muito pequeno e não permite determinar com segurança se os ϑ são significantes ou não. Todos os outros valores de ϑ , menos um, são significantes, indicando que os erros dos totais dos três anos são intermediários entre os erros calculados para os casos de dependência ou independência completa.

Podemos concluir pela existência de uma correlação inter-anual, que é bem fraca, entretanto.

Com os valores de árvores agrupadas de acordo com os seus ciclos mostramos, porém, que a correlação é de-fato bastante forte.

VI — Peso e número de frutas por árvore.

Muitos autores, estudando a produção de árvores frutíferas, como a laranja, preferem o uso do peso da produção total em quilo por árvore ao número de frutas. Na experiência em discussão, os dois valores foram determinados. Em vista, porém, do trabalho de cálculo bastante grande, limitaremos a análise do peso a um ano, escolhendo para isso o ano de 1940. O quadro XIII contém os resultados da decomposição da variação do peso por árvore, comparado com aqueles da análise da variação do número. A diferença entre valores de ϑ correspondentes (colunas 4 e 6) é absolutamente desprezível e consiste somente em alterações de decimais, em geral apenas da segunda decimal.

As médias tanto do número como do peso das frutas, por árvore, estão dadas, para blocos e sub-blocos, no quadro XIV, e aqui também é evidente que eles variam sempre parceladamente.

Determinamos, então, de acordo com a fórmula

$$r = \frac{\sum [(x - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y})]}{(n - 1) \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y},$$

QUADRO XII

ENSAIO DE ADUBAÇÃO DE LARANIA — Limeira

1938-1939-1940

Dependência entre anos

COMPONENTES	nf	σ	σ Total	σ indep.	ϑ	$\Sigma\sigma$ depend.	ϑ
Total	1338	$\pm 34,55$	$\pm 123,43$	$\pm 102,41$	<u>1,21</u>	$\pm 169,97$	<u>1,38</u>
Entre 7 blocos.....	6	$\pm 139,50$	$\pm 515,32$	$\pm 499,10$	1,03	$\pm 816,58$	1,58
Dentro de 7 blocos	21	$\pm 80,95$	$\pm 206,05$	$\pm 213,37$	0,97	$\pm 359,40$	<u>1,74</u>
Entre 4 sub-blocos	1311	$\pm 31,04$	$\pm 116,85$	$\pm 94,00$	<u>1,24</u>	$\pm 154,73$	<u>1,32</u>
Resíduo (Dentro de 7x4 sub-blocos)	196	$\pm 34,73$	$\pm 131,94$	$\pm 104,23$	<u>1,27</u>	$\pm 173,06$	<u>1,31</u>
Dentro de 28 sub-blocos	140	$\pm 35,85$	$\pm 147,14$	$\pm 118,05$	<u>1,25</u>	$\pm 194,60$	<u>1,32</u>
Entre 8 colunas	975	$\pm 30,88$	$\pm 108,40$	$\pm 87,73$	<u>1,24</u>	$\pm 145,12$	<u>1,34</u>
Entre 6 linhas (Parcelas)							
Resíduo							

QUADRO XIII

ENSAIO DE ADUBAÇÃO DE LARANJA — Limeira

Variação do número de frutas e peso das frutas por árvore em 1940

COMPONENTES	nf	Número de frutas		Peso das frutas (kg)	
		σ	$\bar{\theta}$	σ	$\bar{\theta}$
Total	1338	$\pm 75,63$	1,12	$\pm 19,96$	1,13
Entre 7 blocos	6	$\pm 326,10$	<u>4,84</u>	$\pm 75,90$	<u>4,28</u>
Dentro de 7 blocos	21	$\pm 147,73$	<u>2,20</u>	$\pm 39,89$	<u>2,25</u>
Entre 4 sub-blocos	1311	$\pm 70,75$	1,05	$\pm 18,62$	1,05
Resíduo (Dentro de 7x4 sub-blocos)					
Dentro de 28 sub-blocos :					
Entre 8 Colunas	196	$\pm 76,93$	<u>1,14</u>	$\pm 20,07$	(1,13)
Entre 6 linhas (Parcelas)	140	$\pm 84,34$	<u>1,25</u>	$\pm 22,25$	<u>1,26</u>
Resíduo	975	$\pm 67,24$	—	$\pm 17,72$	—
Média geral	1339	95,23		25,34	

o coeficiente de correlação linear para as árvores individuais de três sub-blocos e achamos valores muito altos (colunas 6 do quadro XV). A correlação entre as 28 médias parciais correspondentes aos sub-blocos é também alta e igual a 0,93.

O "índice peso/número" é muito constante e para os sub-blocos é igual a $0,264 \text{ kg} \pm 0,005 \text{ kg}$ (coluna 9 do quadro XV). É interessante notar que em nosso caso o coeficiente de regressão b (p/n) é praticamente igual ao índice, indicando assim que na equação da linha de regressão :

$$p = (b \text{ } p/n.n) - a$$

$$\text{temos } \frac{a = 0}{p = b \text{ } p/n.n} \quad \text{ou} \quad \frac{p}{n} = i = b \text{ } p/n.$$

É muito notável que na experiência presente o peso por fruta seja tão constante, uma vez que o "índice peso/número" nada mais é do que o peso médio de uma fruta. Isto está em desacordo com o resultado

QUADRO XIV

ENSAIO DE ADUBAÇÃO DE LARANJA — Limeira

Médias do número e peso das frutas por árvore em 1940

Blocos	Sub-blocos	MÉDIAS DOS SUB-BLOCOS			MÉDIAS DOS BLOCOS		
		N.º de árvores	Número de frutas	Peso das frutas (kg)	N.º de árvores	Número de frutas	Peso das frutas (kg)
I	1	48	63,46	18,30	191	74,07	20,92
	2	47	108,79	29,36			
	3	48	44,88	13,46			
	4	48	79,88	22,72			
II	1	48	137,54	34,46	191	136,32	33,86
	2	48	151,54	35,63			
	3	47	127,51	33,72			
	4	48	128,50	32,63			
III	1	48	60,71	18,11	192	74,06	20,72
	2	48	91,33	24,95			
	3	48	71,94	10,08			
	4	48	72,25	19,75			
IV	1	48	69,90	18,19	192	92,99	24,62
	2	48	110,96	28,76			
	3	48	62,83	16,01			
	4	48	128,27	35,52			
V	1	48	90,67	22,60	192	79,03	20,16
	2	48	78,62	19,80			
	3	48	61,44	16,07			
	4	48	85,40	22,19			
VI	1	47	81,79	21,20	190	93,21	25,54
	2	47	94,87	26,32			
	3	48	99,40	26,54			
	4	48	96,56	28,01			
VII	1	48	87,33	23,67	191	117,16	31,66
	2	48	135,65	36,92			
	3	48	96,33	25,12			
	4	47	150,00	41,17			

obtido anteriormente nos estudos sobre a laranja Baianinha (2). Nesta variedade achamos que há uma correlação negativa entre o número de frutas por árvore e o diâmetro, de modo que, em geral, a perda de 50 frutas na produção corresponde a um aumento do diâmetro de 1 mm. Sendo o volume uma função do cubo do diâmetro, devíamos esperar que também houvesse uma correlação negativa entre peso e número de frutas, pelo menos na laranja Baianinha, à qual se refere a publicação citada.

Todavia, observações não publicadas e ainda não absolutamente seguras parecem indicar que a referida correlação negativa entre número e diâmetro de frutas, existente na laranja Baianinha, não existe ou é muito fraca na laranja Baía.

Em resumo, podemos dizer que no caso em discussão a análise estatística pode ser feita igualmente, tanto com o peso total como com o número total de frutas por árvore.

VII — Os coeficientes de variação.

As médias do número de frutas por árvore nos sub-blocos variam bastante, de um valor mínimo de 18 frutas no sub-bloco I-3 em 1938 até o máximo de 167 frutas no sub-bloco VII-1 em 1939 (quadro XVI, 2.^a coluna). Esperamos que a produção cresça ainda muito mais após aplicação da adubação.

Surge, desse modo, o problema : não deveriam os erros "standard" crescer também de modo correspondente e, na análise, ser substituídos, talvez, pelo coeficiente da variação, assim definido :

$$\sigma\% = \frac{\sigma}{\bar{v}} \cdot 100?$$

Devemos então estudar primeiro se este coeficiente é de-fato razoavelmente constante.

Estudos de Brieger (1 e em preparação) indicam que a fórmula :

$$\sigma = \bar{v} \cdot \sigma\% = \bar{v} \times \text{constante}$$

só vigora quando o valor da média é bastante afastado do limite 0. Aproximando-se ele a zero, cresce o valor do coeficiente numa progressão exponencial, em vez de ficar constante.

No caso presente vamos desistir de uma análise matemática detalhada desta função, limitando-nos a considerações preliminares e mais gerais.

QUADRO XV

ENSAIO DE ADUBAÇÃO DE LARANJA — Limeira

ÍNDICE peso de frutas / número de frutas por árvore

Blocos	Sub-blocos	M É D I A S			CORRE- LAÇÃO r	REGRES- SÃO $b_{p/n}$	n_i	$\bar{x}$	$\overline{\sigma^2}$	σ_i
		N.º frutas $\bar{v}_n$	Peso frutas $\bar{v}_p$	$\bar{v}_n/\bar{v}_p$						
I	3	44,88	13,46	0,2999	+ 0,94	+ 0,2448	46	0,2782	0,0071	0,0482
II	2	91,33	24,95	0,2732	+ 0,80	+ 0,2561	42	0,3138	0,0095	0,0616
VII	4	150,00	41,17	0,2745	+ 1,00	+ 0,2681	45	0,2765	0,0049	0,0329
Todos os sub-blocos		95,23	25,34	0,2661	+ 0,93	+ 0,2450	28	0,2635	0,0054	0,0285

QUADRO XVI

ENSAIO DE ADUBAÇÃO DE LARANJA — Limeira

Erro "standard" e coeficiente de variação nos sub-blocos

Número das árvores	SUB-BLOCOS			GRUPOS
	$\bar{v}$	σT	$\sigma T\%$	
I — 3 — 38	18,06	$\pm 20,76$	$\pm 114,95$	
V — 3 — 38	20,19	$\pm 23,75$	$\pm 117,63$	$\bar{v} = 25,52$ $\sigma T = \pm 25,44$ $\sigma T\% = \pm 99,69$
V — 4 — 38	21,33	$\pm 27,60$	$\pm 129,40$	
I — 4 — 38	22,08	$\pm 21,17$	$\pm 95,88$	
III — 3 — 38	22,12	$\pm 26,40$	$\pm 119,35$	
I — 1 — 38	26,04	$\pm 23,04$	$\pm 88,48$	
V — 1 — 38	26,17	$\pm 23,21$	$\pm 88,69$	
III — 2 — 38	27,19	$\pm 25,83$	$\pm 95,00$	
III — 1 — 38	27,38	$\pm 23,43$	$\pm 85,57$	
I — 2 — 38	27,47	$\pm 24,22$	$\pm 88,17$	
III — 4 — 38	28,10	$\pm 29,84$	$\pm 106,19$	
II — 2 — 38	28,90	$\pm 30,71$	$\pm 106,26$	
II — 4 — 38	29,29	$\pm 26,07$	$\pm 89,01$	
II — 1 — 38	30,58	$\pm 23,43$	$\pm 76,62$	$\bar{v} = 33,38$ $\sigma T = \pm 32,26$ $\sigma T\% = \pm 96,64$
VII — 1 — 38	31,71	$\pm 43,21$	$\pm 136,27$	
VI — 2 — 38	31,89	$\pm 23,27$	$\pm 72,97$	
VI — 4 — 38	31,98	$\pm 29,44$	$\pm 92,06$	
IV — 2 — 38	33,98	$\pm 27,75$	$\pm 81,67$	
V — 2 — 38	35,02	$\pm 32,40$	$\pm 92,52$	
VII — 2 — 38	35,90	$\pm 43,80$	$\pm 122,01$	
IV — 1 — 38	35,96	$\pm 34,79$	$\pm 96,75$	
VII — 3 — 38	40,15	$\pm 40,60$	$\pm 101,12$	$\bar{v} = 44,24$ $\sigma T = \pm 36,49$ $\sigma T\% = \pm 82,48$
II — 3 — 38	40,60	$\pm 32,45$	$\pm 79,93$	
IV — 3 — 38	41,83	$\pm 39,18$	$\pm 93,66$	
IV — 3 — 39	41,85	$\pm 33,02$	$\pm 78,90$	
I — 3 — 40	44,88	$\pm 43,67$	$\pm 97,30$	
IV — 4 — 38	47,10	$\pm 29,45$	$\pm 62,53$	
II — 2 — 39	48,65	$\pm 30,71$	$\pm 63,12$	
IV — 2 — 39	48,90	$\pm 42,81$	$\pm 87,55$	
VI — 1 — 38	56,94	$\pm 43,21$	$\pm 75,89$	$\bar{v} = 57,95$ $\sigma T = \pm 46,62$ $\sigma T\% = \pm 80,45$
IV — 1 — 39	58,96	$\pm 50,02$	$\pm 84,84$	
II — 4 — 39	60,25	$\pm 33,02$	$\pm 54,80$	$\bar{v} = 62,93$ $\sigma T = \pm 54,77$ $\sigma T\% = \pm 87,03$
III — 1 — 40	60,71	$\pm 53,72$	$\pm 88,49$	
V — 3 — 40	61,44	$\pm 57,99$	$\pm 94,38$	
VI — 3 — 38	61,94	$\pm 45,01$	$\pm 72,67$	
IV — 3 — 40	62,83	$\pm 73,94$	$\pm 117,68$	
I — 1 — 40	63,46	$\pm 58,18$	$\pm 91,68$	
IV — 1 — 40	69,90	$\pm 61,51$	$\pm 88,00$	

(Continuação)

Número das árvores	SUB-BLOCOS			GRUPOS
	$\bar{v}$	σT	$\sigma T\%$	
III — 3 — 40	71,94	$\pm 58,43$	$\pm 81,22$	$\bar{v} = 76,04$ $\sigma T = \pm 60,62$ $\sigma T\% = \pm 79,72$
III — 4 — 40	72,25	$\pm 70,77$	$\pm 97,95$	
V — 2 — 39	77,52	$\pm 47,42$	$\pm 61,17$	
V — 2 — 40	78,62	$\pm 64,93$	$\pm 82,59$	
I — 4 — 40	79,88	$\pm 61,54$	$\pm 77,04$	
III — 4 — 39	80,04	$\pm 69,14$	$\pm 86,38$	$\bar{v} = 83,39$ $\sigma T = \pm 61,11$ $\sigma T\% = \pm 73,28$
VI — 1 — 40	81,79	$\pm 92,27$	$\pm 112,81$	
VII — 4 — 38	82,68	$\pm 41,75$	$\pm 50,50$	
VI — 2 — 39	82,79	$\pm 44,22$	$\pm 53,41$	
VI — 1 — 39	82,89	$\pm 51,71$	$\pm 62,38$	
VI — 3 — 39	84,21	$\pm 43,20$	$\pm 51,30$	
V — 4 — 40	85,40	$\pm 77,14$	$\pm 90,33$	
VII — 1 — 40	87,33	$\pm 69,48$	$\pm 79,56$	
V — 1 — 40	90,67	$\pm 69,70$	$\pm 76,87$	$\bar{v} = 95,28$ $\sigma T = \pm 64,46$ $\sigma T\% = \pm 67,65$
IV — 4 — 39	91,04	$\pm 43,06$	$\pm 47,30$	
III — 2 — 40	91,33	$\pm 63,84$	$\pm 69,90$	
II — 1 — 39	93,00	$\pm 75,88$	$\pm 81,59$	
I — 2 — 39	94,51	$\pm 53,34$	$\pm 56,44$	
VI — 2 — 40	94,87	$\pm 67,05$	$\pm 70,68$	
VII — 3 — 40	96,33	$\pm 81,64$	$\pm 84,75$	
VI — 4 — 40	96,56	$\pm 69,39$	$\pm 71,86$	
III — 2 — 39	97,94	$\pm 55,02$	$\pm 56,18$	
II — 3 — 39	98,34	$\pm 56,52$	$\pm 57,47$	
VI — 4 — 39	99,31	$\pm 53,04$	$\pm 53,41$	
VI — 3 — 40	99,40	$\pm 84,99$	$\pm 85,50$	
I — 3 — 39	100,12	$\pm 43,79$	$\pm 43,74$	$\bar{v} = 105,87$ $\sigma T = \pm 59,10$ $\sigma T\% = \pm 55,82$
III — 3 — 39	108,71	$\pm 55,71$	$\pm 51,25$	
I — 2 — 40	108,79	$\pm 77,79$	$\pm 71,50$	
VI — 2 — 40	110,96	$\pm 59,41$	$\pm 53,54$	$\bar{v} = 115,32$ $\sigma T = \pm 56,78$ $\sigma T\% = \pm 49,24$
I — 4 — 39	111,02	$\pm 51,10$	$\pm 46,03$	
V — 1 — 39	115,19	$\pm 58,05$	$\pm 50,39$	
VII — 4 — 39	117,55	$\pm 62,33$	$\pm 53,02$	
III — 1 — 40	117,81	$\pm 53,72$	$\pm 45,60$	
I — 1 — 39	119,40	$\pm 56,06$	$\pm 46,95$	
V — 4 — 39	120,29	$\pm 50,08$	$\pm 41,63$	$\bar{v} = 126,72$ $\sigma T = \pm 64,96$ $\sigma T\% = \pm 51,26$
II — 3 — 40	127,51	$\pm 79,40$	$\pm 62,27$	
IV — 4 — 40	128,27	$\pm 66,71$	$\pm 52,01$	
II — 4 — 40	128,50	$\pm 76,56$	$\pm 59,58$	
VII — 3 — 39	129,04	$\pm 52,05$	$\pm 40,34$	
VII — 2 — 39	133,83	$\pm 61,25$	$\pm 45,77$	$\bar{v} = 135,50$ $\sigma T = \pm 68,73$ $\sigma T\% = \pm 50,72$
V — 3 — 39	135,00	$\pm 47,69$	$\pm 35,33$	
VII — 2 — 40	135,65	$\pm 77,89$	$\pm 57,42$	
II — 1 — 40	137,54	$\pm 88,08$	$\pm 64,04$	
VII — 4 — 40	150,00	$\pm 74,34$	$\pm 49,56$	$\bar{v} = 150,77$ $\sigma T = \pm 75,86$ $\sigma T\% = \pm 50,32$
II — 2 — 40	151,54	$\pm 77,39$	$\pm 51,07$	
VII — 1 — 39	167,06	$\pm 59,75$	$\pm 35,77$	

Os dados dessas médias (reunidos em classes de 10 em 10), os respectivos erros "standard" e os coeficientes de variação foram reunidos no quadro XVI e com eles organizamos o gráfico 4.

A curva do coeficiente $\sigma\%$, com certeza, não é uma linha reta (parte superior do gráfico). Ela pode ser dividida em duas partes: a primeira vai até valores de $\bar{n}$ de cerca de 100 frutas por árvore e é uma curva exponencial. A segunda, de 100 frutas para diante, apresenta uma linha reta quase horizontal, correspondendo a um valor do coeficiente $\sigma\%$ de cerca de $\pm 50\%$. Este valor é ainda bastante grande, e a média ficará também afastada do valor 0 apenas por um intervalo de 2σ . Se o número de frutas fosse maior do que 167 e se pudessem ser incluídas árvores com produções elevadas, de mais de 500 frutas, seria de se esperar que somente nesta região a curva fosse representada por uma linha horizontal e reta, quando o intervalo entre 150 e 500 fosse representado por uma linha lentamente curvada e decrescente.

Para os cálculos dos dados apresentados nesta publicação e para a análise, tanto o erro "standard" como o coeficiente da variação podem, de-fato, ser usados com o mesmo grau relativo de satisfação, uma vez que ambos variam em dependência das médias, porquanto estão ligados por uma função matemática relacionada com estas médias. Na futura análise dos resultados da experiência de adubação, a situação deverá mudar favoravelmente e o coeficiente da variação transformar-se-á em um valor que varia independentemente das médias. Mesmo quando os erros "standard" sejam bastante variáveis em dependência da média, o coeficiente de variação será mais ou menos constante.

D) — DISCUSSÃO

Não pretendemos entrar aqui em discussão pormenorizada sobre a literatura referente à técnica da experimentação com árvores frutíferas. Referimo-nos unicamente a uma publicação de Parker e Batchelor (4), que diz respeito a problemas idênticos aos discutidos aqui. Trata-se também de uma análise preliminar de experiência de adubação de "Washington Navel Orange". Os nomes "Washington Navel" e "Baía" são idênticos, mas não sabemos se se trata de linhagens comparáveis ou idênticas.

Os métodos de análise nos dois estudos são diferentes. Parker e Batchelor (4) aplicam em primeiro lugar os coeficientes de correlação, quando nós usamos a decomposição do erro "standard".

Com ambos, porem, chegou-se à conclusão de que os terrenos escolhidos foram bastante heterogêneos. Os métodos de Parker e Batchelor (4) não permitiam uma análise tão detalhada do terreno e a sua subdivisão em blocos e sub-blocos, razoavelmente homogêneos, o que diminue em grande parte a heterogeneidade do terreno.

Na distribuição de 42 tratamentos em 4 repetições sobre o terreno inteiro, os citados autores tomaram em consideração os seguintes pontos de vista aqui mencionados, começando com o de menos importância e terminando com o de mais valor :

- 1) — Facilidade da aplicação de adubações ;
- 2) — Possibilidade de comparação visual, arranjando parcelas com os tratamentos mais em contraste, lado a lado ;
- 3) — Distribuição geográfica satisfatória que poderia ser obtida com mais êxito por meio de uma distribuição ao acaso ;
- 4) — As quatro parcelas para cada tratamento, escolhidas de modo que incluíssem todos os contrastes do terreno. Para isso as médias ou parcelas da produção total durante o período preliminar foram arranjadas em sequência do seu tamanho, e a série dividida em quatro partes. Uma parcela em cada quatro foi escolhida para cada um dos tratamentos. Assim a média das quatro parcelas por tratamento no período preliminar foi praticamente a mesma para todos os 42 tratamentos.

Se estudarmos depois a localização das parcelas conforme o quadro XXII do referido trabalho, verificaremos que as mesmas ficam arranjadas de modo a formar quatro blocos mais ou menos compactos, em circunferência bastante irregular, cada um com uma série completa dos 42 tratamentos. Dentro destes blocos, o arranjo parece meio de acaso, meio sistemático.

O arranjo por nós proposto parece mais satisfatório, especialmente tomando em consideração as exigências da análise moderna, de acordo com os métodos de Fisher.

Nos dois casos trata-se de um número bem grande de tratamentos, 42 e 35 respectivamente, com 4 repetições completas. Uma vez que achamos que blocos tão grandes, capazes de conter todos os tratamentos, não podem ser razoavelmente uniformes, preferimos a sub-divisão da

experiência em 7 séries com 5 tratamentos cada uma e também cada uma com quatro repetições completas.

Também existe uma diferença na **distribuição das parcelas controles**, chamadas na publicação de Parker e Batchelor (4) "continuity plots" ou "check plots". Sobre este ponto escreveram os autores americanos: "The location of these 25 check plots has been determined arbitrarily on the basis of their yields during the preliminary period of uniform culture. This has been done in such a way that they are a fair sample for the preliminary period of the yield of the field as a whole, and also of the local areas in which each plot is situated" (pag 135).

Não tomamos em consideração a produção individual de cada uma das "parcelas controles", mas resolvemos apenas que cada sub-bloco deve conter uma tal parcela e determinamos a posição delas unicamente com o fim de formar uma rede bem regular sobre o terreno inteiro, de modo que não só cada sub-bloco como também cada linha contenha no mínimo uma "parcela controle".

Parker e Batchelor (4) usam muito a **produção total das árvores durante todos os anos** da experiência preliminar, considerando especialmente o fato de que as produções anuais de cada árvore parecem ser mais ou menos correlacionadas.

Os coeficientes de correlação nos quadros XIV e XV (autores citados) nunca são muitos altos, aparecendo valores pequenos, insignificantes e até negativos. Este resultado não é inesperado, uma vez que os autores não tomaram em consideração os ciclos anuais. Nós chegamos também à conclusão de que aparece uma correlação fraca, se desprezarmos o agrupamento em ciclos diferentes. Mas depois da classificação e separação dos tipos, a correlação "entre anos" se torna bastante forte.

O uso da produção total, durante todo o período experimental, parece-nos pouco exato, como foi demonstrado atrás. O terreno atua direta e indiretamente sobre a produção. Indiretamente determina, pelo menos em parte, o ciclo anual das árvores, que, por sua vez, causa um aumento ou perda de produção total. Sem a separação dos tipos de ciclo, não se percebem esses efeitos, o que impossibilita uma análise. Depois de aplicada a adubação, seria de interesse ver se ela aumentaria a produção diretamente ou teria um efeito indireto, alterando o tipo de ciclo anual.

Não analisamos neste trabalho se a distribuição das produções anuais ou totais por árvore ou por parcela são normais, em torno da média geral, ponto a que Parker e Batchelor (4) atribuem certa importância.

Mesmo se for encontrada uma tal normalidade, ela não tem importância. Os grupos de árvores correspondentes aos blocos ou sub-blocos não representam amostras, tiradas ao acaso, da população total, mas são partes dela, sistematicamente diferentes entre si. Também pode acontecer, como demonstrado para o cafeeiro (1), que a distribuição total é quase normal num ano, e completamente anormal e assimétrica noutro, em consequência dos efeitos dos diferentes ciclos anuais.

Parker e Batchelor (4) usam muito o coeficiente de variação, que, de-fato, é razoavelmente constante para os anos 1922 a 1927 com um valor de cerca de 25%. Em nosso caso o valor foi bem maior e variou em dependência das médias por sub-blocos, ou, por outras palavras, em dependência da dimensão das variáveis. Se as frutas da "Washington Navel" e da "Baía" tivessem o mesmo peso individual de cerca de 0,250 kg, as produções médias por árvore em cada ano ficariam, nos últimos anos desta experiência, entre 200 e 300 frutas por árvore. Para uma tal dimensão podemos determinar, por interpolação no gráfico 4, um valor do coeficiente de cerca de 40%. Assim parece que o nosso material é um pouco mais variável ainda do que aquele dos citados autores.

SUMMARY

1) — The present paper contains the results of the analysis of homogeneity in an experiment on the fertilization of the orange "Baía" (Washington Navel), in progress since 1932 in the Experiment Station of the Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo, at Limeira, São Paulo, Brasil. Such an experiment has to be divided into two phases: a preliminary period during which the trees remain without fertilizer in order to study their production and the homogeneity of the experimental plots, and the final period during which the different treatments are to be applied.

The trees entered into production in 1938. It was decided to close up the **first period** after three harvestings, viz., in 1938, 1939 and 1940. The number of yields at our disposal remained thus very small. The trees, requiring urgent fertilization, began to be treated in 1941.

2) — Special care was taken while selecting a suitable, homogenous, minimum area of 233.600 sq. m. where to plot the experiment.

Sour orange rootstocks from non selected seeds were subjected to a rigorous selection before budding. The buds were taken from two selected trees of high quality "Baía" variety.

3) — Every year the total number of fruits and their total weight in kg per tree were determined. These data were then subjected to a detailed statistical analysis, the results of which are presented in this paper.

4) — In spite of all precautions taken beforehand the plots proved to be highly heterogeneous. After some preliminary and afterwards discarded trials in grouping trees, the following sub-division of the whole experiment indicated in the graphs 2 and 3, was adopted: groups of 8 trees each, surrounded completely by a barrier of one row of

other trees of "Bafa" were considered as unit plots. 6 unit plots (or "parcelas") form a sub-bloc and 4 sub-blocs form a bloc. We have thus a total of 7 blocs, numbered I, II, etc., all of equal size and form; $7 \times 4 = 28$ sub-blocs; $28 \times 6 = 168$ plots and finally $168 \times 8 = 1344$ trees. 5 of these trees had to be eliminated owing to poor development, thus 5 of the "parcelas" were left with 7 trees only.

The results of the decomposition of the total errors in accordance with this subdivision are given in quadro I (*).

5) — The analysis of the variation within sub-blocs has been carried out both in a summarized form (quadro I) and individually (quadros II to V). The error "within" was decomposed into 3 parts: "between" of 6 trees each, "between" 6 lines or plots of 8 plants each and the remaining experimental error. In spite of the fact that all these errors "between" were statistically significant, the quotients were so small that they can be considered as without practical importance. Thus for all practical purposes, the sub-blocs may be considered as made up by homogenous uniform samples and the whole error within sub-blocs (4th line of quadro I) may be considered as a good estimate of the residual, inevitable experimental error.

6) — The variation between sub-blocs, within blocs, both considered jointly (3rd line of quadro I) and separately (quadro VI) is of higher order and the ϑ 's are partially highly significant. In spite of this, these errors which may be considered as a reasonable measure of soil heterogeneity within blocs, do not indicate too great a lack of homogeneity.

7) — The variation between the seven blocs (2nd line of quadro I) is of such an order that it cannot be disregarded any more. A joint analysis of all blocs does not seem advisable. It cannot be decided yet whether a "confounding" of the 7 blocs, after application of the treatments, may be possible or not. In order to provide a method of checking the advisability of "confounding", test plots are to be reserved, one in each of the four sub-blocs of each bloc.

8) — The $4 \times 7 = 28$ test plots or controls may possibly be used also to establish adjusted means which may serve in the comparison of treatment plots, localised between the test plots. The proposed distribution of these controls is indicated in graph 2. Their arrangement will permit, in the future, a continuation of the analysis of soil heterogeneity over the whole area.

9) — As mentioned before about two thirds of the trees came from buds of one tree of "Bafa" "1" and the remainder of another tree "2". The position of these two types of plants in the plots is given in the graph 2. An analysis has been carried out separately for these groups (quadro VII). Generally speaking, there is a slight tendency for more variability in the larger group of experimental trees belonging to group "1". This might be due to the fact that these trees, in consequence of their greater number, are more likely to be planted in extremely diverging patches of the plots. Furthermore, there is a slight, but marked tendency of the trees of this group to be more productive than those of the smaller group. It is possible, of course, for these different tendencies of the group, to increase or to disappear after treatment.

10) — In an earlier paper, Brieger (1) has shown that trees of *Coffea* may be divided into three groups according to the annual cycle of their production. One group shows during a period of 7 years a steady increase of yield, while in the others high and low pro-

(*) In this table as in all others of similar nature, the symbol $\vartheta = \sqrt{F}$ (Snedecor) = $e z$ (Fisher). Values between the limits of 5% and 1% probability are included in parenthesis, those between 1% and 1‰ are underlined once and those outside the 1‰ limit are underlined twice. In determining these limits an unpublished table by Brieger was used.

duction alternate regularly, with a maximum, either in even years (1934, 1936, 1938) or in uneven years (1933, 1935, 1937, 1939). The occurrence of one or other of these types is not conditioned by individual factors alone, but is dependent on the place a tree occupies in the experimental plot.

The same behaviour was encountered in "Baía" orange. A comparison of the annual means of the sub-blocs or even blocs (quadro VIII) indicates that they follow one of three different types of annual cycles: $38 < 39 > 40$; $38 < 39 = 40$; $38 < 39 < 40$. The distribution of these types in the field is such as to indicate clearly that they are largely determined by some particularities of the plots. As shown by graph 3, the first type dominates in the left and upper part of the field and the third in the lower part, while the second occupies an approximately diagonal and intermediate zone.

11) — Individual trees (quadro IX) seem to follow generally two types of cycles: $38 < 39 > 40$ or $38 < 39 < 40$. When one or the other dominates or when they are nearly of equal frequency, the sub-bloc as a whole follows one or the other of these cycles or shows the intermediate behaviour: $38 < 39 = 40$.

In addition some trees follow another cycle $38 > 39 < 40$ and a few the intermediate cycle $38 < 39 = 40$. About 10% (27 in 287) of the trees could not be classified as for their cycles.

12) — A test "between-within" (quadro X) for the classified trees in 6 sub-blocs showed that the separation was reasonably correct and that the residual errors generally were reduced by the separation. Furthermore, trees of the same type but in different sub-blocs are quite different in their production as shown by the size of the errors between sub-blocs $\sigma E'$. Thus, the twofold effect of soil heterogeneity between sub-blocs clearly determines at least partially the annual cycle and increases production.

13) — A test for interannual correlation of the production of trees belonging to the same annual cycle has been carried out, using a method explained elsewhere (1). The existence of a strong positive correlation is shown in quadro XI. Hence, trees which are better than others in one year tend to be better in following years.

If the same test is applied to the data of quadro I, containing the production of all trees, without any separation of annual types, only an intermediate and positive correlation appears (quadro XII). The strong correlation which actually exists has been masked by the reunion of all trees of different and partially opposed annual cycles.

14) — A comparative analysis of the productivity of trees as measured by the weight of the fruits (in kg) has been carried out for one year only (1940). The results of the decomposition both for fruit weight and fruit number per tree are identical as shown by the equality of the values of ϑ (quadro XIII). The parallel variation of mean fruit weight and mean fruit number in sub-blocs and blocs is also striking (quadro XIV).

15) — Analysis of correlation between fruit weight and fruit number per tree for all trees of three sub-blocs and also for the means of all sub-blocs gave a value of r equal to 1,00. The mean index weight number and the coefficient of regression are nearly equal and highly constant (quadro XV).

The average weight of one fruit was reasonably constant in this experiment (0,26 kg with error standard of $\pm 0,03$ kg). This may seem surprising in view of the negative correlation of mean diameter and number of fruit per tree established for the orange "Baianinha" (2). Unpublished data, however, indicate that such a correlation does not exist in "Baía".

16) — A study of the variation of the standard error σ and of the coefficient of variation $\sigma\%$ per sub-bloc shows that not one of them is constant. With increasing size of the

mean fruit number per tree, σ grows from $\pm 25,44$ to $75,86$ and $\sigma\%$ decreases from nearly 100% to about 50% (quadro XVI). From a mean fruit number of ca. 100 fruits per tree onward, the decrease of the coefficient of correlation is only slight and it will probably reach the value of 40% with a mean fruit number per tree of 500, as determined by graphical interpolation (graph 4, upper half). On the other side the curve of the standard error (graph 4, lower half) tends to become a straight line and remains steadily increasing.

In the analysis of the data after the application of fertilizers, in an experiment with highly variable mean fruit numbers per tree, like the present, it would be better to use coefficients of variation instead of standard errors.

LITERATURA CITADA

1. **Brieger, F. G.** Melhoramento de *Coffea arabica* L. var. Bourbon. *Bragantia* 1:26-119. 1941.
2. **Brieger, F. G. e outros.** Estudo sobre o melhoramento da laranja "Baía". III. *Bragantia* 1: 567-610, fig. 1-10-6, 1941.
3. **Paiva Neto, J. E.** Notas sobre os solos da Estação Experimental de Limeira. *Bragantia* 1: 611-617, 1941.
4. **Parker, E. R. e L. D. Batchelor.** Variation in the yields of fruit trees in relation to the planning of future experiments. *Hilgardia* 1:81-161. 1932.

Gráfico 1 - Experiência de adubação da laranja Baía. Localização dos lotes, parcelas, e isolantes.

Gráfico 2-Figuran neste gráfico apenas as árvores em estudo, sendo excluídas as isolantes e os carreadores. As letras A B C D E F G H correspondem aos lotes do gráfico 1.

Gráfico 3 - Este gráfico corresponde ao n.º 2. As cores dos círculos numerados I a VII indicam os ciclos anuais das médias por bloco. As cores dos retângulos indicam os ciclos anuais das médias por sub-blocos.

GRÁFICO N.º 4

MÉDIA DO NÚMERO DE FRUTAS POR ÁRVORE

Parte superior: — Curva mostrando a correlação entre as médias do número de frutos por árvore nos sub-blocos e os respectivos coeficientes de variação.

MÉDIA DO NÚMERO DE FRUTAS POR ÁRVORE

Parte inferior: — Curva mostrando a correlação entre as médias do número de frutos por árvore nos sub-blocos e os respectivos erros standard.

FIG. 1 — Experiência de adubação da laranjeira Baía. Muda recém-plantada. Dezembro de 1933

FIG. 2 — Experiência de adubação da laranjeira Baía. Pomar recém-plantado. Dezembro de 1933. Quebra-ventos de eucaliptos.

Fig. 3 -- Experiência de adubação da laranjeira Baía. Pomar em janeiro de 1935

FIG. 4 — Experiência de adubação da laranjeira Baía. Pomar em outubro de 1936.

FIG. 5 — Experiência de adubação da laranjeira Baía. Penar em agosto de 1938.

Fig. 6 — Experiência de adubação da laranjeira Baía. Pomar em abril de 1939.

5578