

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 16

Campinas, novembro de 1957

N.º 13

MELHORAMENTO DO CAFEEIRO

XI — ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE PROGÊNIES E HÍBRIDOS DE BOURBON VERMELHO (*)

H. ANTUNES FILHO e ALCIDES CARVALHO, *engenheiros-agrônomo*s, Seção de Genética,
Instituto Agrônomo

RESUMO

Um conjunto de 24 progênies, derivadas de plantas matrizes selecionadas da variedade Bourbon Vermelho, e outro de 19 grupos de híbridos F_1 , entre essas plantas matrizes, cada um deles com 20 plantas, tiveram a produção individual controlada durante os seis primeiros anos. Após esse período, cinco melhores progênies e cinco híbridos F_1 , num total de 200 plantas, continuaram a ser colhidos individualmente por mais de oito anos consecutivos. De outras progênies e híbridos F_1 , 139 indivíduos também tiveram a produção controlada por 14 anos. Com os dados obtidos realizou-se um estudo a fim de verificar se a eliminação precoce de progênies menos produtivas, logo após o 2.º ano de produção, redundaria em eliminação de progênies que, após seis anos de produção, passassem a pertencer ao grupo mais produtivo. Como resultado verificou-se que não haveria desvantagem em se realizar essa seleção precoce, pois as progênies que aos dois anos de produção total se mostraram menos produtivas assim se conservaram até aos seis anos, com raras exceções. A seleção das progênies mais produtivas, feita com base em apenas duas primeiras produções, é menos eficiente.

A análise, dos dois e dos seis anos de produção total individual dos 856 cafeeiros tomados como uma população única, mostra que há uma acentuada tendência de os indivíduos mais produtivos aos seis anos pertencerem a progênies e híbridos melhor classificados logo após os dois primeiros anos de produção. Também quanto a este particular não haveria inconveniência em se eliminarem as piores progênies precocemente.

Os dados relativos às 339 plantas, selecionadas após seis anos e com produção controlada por 14 anos, foram analisados quanto aos efeitos que teria a eliminação precoce das piores progênies logo depois do primeiro biênio. Verificou-se que tal efeito seria mínimo, pois na verdade, se uma tal seleção precoce tivesse sido realizada, o número de boas plantas perdidas seria bem reduzido. Dentre estes cafeeiros 200 pertencem a cinco progênies e a cinco híbridos. As médias de suas produções acumuladas por biênios mostram que entre eles se nota tendência de os melhores conjuntos também se revelarem cedo, pois a sua classificação aos dois anos se altera pouco quando comparada com a classificação após 14 anos consecutivos de produção. A comparação entre as produções totais individuais de 14 anos dessas 200 plantas e as comparações com as médias de seis anos apresentadas por esses conjuntos, mostram também que maior número de melhores plantas aos 14 anos pertence a progênies melhor classificadas aos seis anos.

(*) Um resumo deste trabalho foi apresentado ao II Congresso Pan-americano de Agronomia, realizado em Piracicaba e São Pedro, de 29 de março a 6 de abril de 1954.
Recebido para publicação em 12 de junho de 1957.

Ainda neste conjunto de plantas comparou-se a distribuição das produções totais individuais aos seis e aos 14 anos, verificando-se que as plantas que aos 14 anos se situam acima da média correspondem a cafeeiros que, em sua maioria, já se encontravam bem classificados aos seis anos. Esta análise indica que é boa a probabilidade de se efetuar seleção individual das melhores plantas após os seis primeiros anos de produções consecutivas. Como medida de segurança aconselha-se, todavia, que a seleção das progênies seja efetuada com base em seis anos de produção, e que a seleção dos cafeeiros individuais seja feita com base em 12 anos de produção, quando o cafeeiro atinge completo desenvolvimento.

1 — INTRODUÇÃO-

Dois aspectos da experimentação com o cafeeiro (*Coffea arabica* L.) contribuem para elevar o custo das investigações. Um único experimento exige vários anos de observações, durante os quais a área experimental não pode ser aproveitada para outros fins. Dessa maneira acumulam-se, ano a ano, os gastos verificados com tratamentos culturais, adubações e colheitas e ainda os que se referem ao controle da produção e tomada dos dados necessários. Em segundo lugar, são raras as oportunidades de executar ensaios visando mais do que uma finalidade, e mesmo quando isto é possível, ainda perdura a desvantagem de se exigirem vários anos para encerrar uma experiência.

Um projeto de melhoramento do cafeeiro não foge a esta regra. Ainda que existam recursos materiais para executá-lo, é digna de ser verificada a possibilidade de reduzir o número de anos de observações, a fim de efetuar, mais rapidamente, a seleção das melhores progênies e plantas individuais, sem prejuízo da eficiência desta seleção.

Esta possibilidade já foi analisada pelo estudo da produção de numerosos indivíduos e progênies de café Bourbon Vermelho (*Coffea arabica* L. var. *bourbon* (B. Rodr.) Choussy) (1). Dentro de certos limites, verificou-se que as melhores progênies se identificam pela produção total dos primeiros seis anos de colheitas. Os dados indicaram ainda que a seleção de indivíduos, baseada nos primeiros anos de produção, não apresenta igual eficiência.

Uma segunda providência, até agora não examinada, consistiria em descartar, antes de se chegar ao sexto ano de produção, as progênies que inicialmente se revelassem menos produtivas. Esta medida reduziria o custo das observações, possivelmente sem prejudicar a seleção das melhores progênies, após seis anos de colheitas.

A finalidade deste trabalho é a de apresentar alguns dados referentes à possibilidade de se eliminarem as progênies inferiores, logo após o segundo ano de colheitas, e a avaliação do risco que tal eliminação acarretaria na perda de boas progênies e, sobretudo, de indivíduos que somente com maior número de anos de colheitas revelariam sua capacidade de produção.

2 — PROGÊNIES E HÍBRIDOS ESTUDADOS

As progênies e híbridos cujas produções são estudadas derivam de 25 cafeeiros Bourbon Vermelho, pertencentes a um lote de 1107 indivíduos plantados em 1931, para estudo da produção individual e seleção dos mais produtivos (7).

Nesse lote de cafeeiros, em observação pela Seção de Café do Instituto Agrônômico, a Seção de Genética efetuou várias séries de seleções. Em 1935, escolheram-se as 25 plantas que apresentavam as maiores produções totais no período 1933/35, correspondentes aos três primeiros anos de colheitas. Esses cafeeiros receberam números de 355 a 379, da Seção de Genética (6). Ainda em 1935, esses 25 cafeeiros foram autofecundados artificialmente, ao mesmo tempo que se efetuava uma série de hibridações entre alguns indivíduos (cafeeiros n. 355, 357, 358, 359 e 360). Em 1937 foram transplantados para o local definitivo, em linhas de 20 indivíduos a um pé por cova, sem repetições, 24 progênies (conjuntos obtidos pela autofecundação da planta matriz) e 19 grupos de plantas híbridas, geração F_1 , resultantes dos cruzamentos efetuados, num total de 860 plantas. A comparação, entre os híbridos e as progênies das plantas empregadas nos cruzamentos, veio mostrar que os dois conjuntos não diferem estatisticamente quanto à produtividade, motivo pelo qual podem ser considerados como pertencentes a uma população única (5).

A primeira colheita verificou-se em 1939. Dêse ano até 1944, foram obtidas as produções anuais de tôdas as plantas que constituem as progênies e híbridos. Chegando ao sexto ano de colheitas consecutivas, procedeu-se à seleção das progênies e híbridos, bem como dos indivíduos que apresentavam maiores produções totais no período de seis anos compreendido entre 1939 a 1944. A seleção obedeceu a dois critérios. Primeiramente fêz-se seleção das progênies e dos híbridos, baseada na produção total dos 43 conjuntos de 20 plantas. As cinco progênies mais produtivas e que apresentavam melhor aspecto vegetativo, derivadas dos cafeeiros de n. 363, 369, 370, 375 e 376, foram selecionadas inteiras como grupos de 20 indivíduos. Quanto aos híbridos, selecionaram-se os cinco melhores dentre os 19 grupos plantados, levando-se também em conta o vigor das plantas. Dessa maneira, os 200 cafeeiros, pertencentes às cinco progênies e aos cinco híbridos selecionados, continuaram a ser colhidos até 1952, quando se chegou ao 14.º ano de produção. Entre as plantas que constituíam as 19 progênies e os 14 híbridos não selecionados, como conjuntos, efetuou-se ainda a seleção dos indivíduos que apresentavam as maiores produções totais, considerando-se também o seu aspecto vegetativo, além de outros característicos. Foram assim escolhidos 55 cafeeiros entre os 14 grupos híbridos, e 84 entre as 19 progênies, perfazendo o total de 139 plantas selecionadas individualmente. Verifica-se, pois, que a seleção pre-

liminar efetuada em 1944 aproveitou 339 plantas, isto é, cêrca de 40% dos 856 cafeeiros dêste lote de progênies e híbridos. No quadro 1 encontra-se a relação das progênies e híbridos estudados neste trabalho e o número de cafeeiros selecionados em cada grupo, em 1944.

3 — CLASSIFICAÇÃO DOS CONJUNTOS EM TRÊS BIÊNIOS SEGUIDOS

A fim de examinar as conseqüências da eliminação precoce dos grupos menos produtivos, calcularam-se as produções médias dos 43 conjuntos de progênies e híbridos, obtidos ao fim do primeiro, segundo e terceiro biênios de produção. Para cada um dêsses períodos determinou-se o desvio padrão correspondente à média geral dos 43 grupos de 20 plantas. Adicionando ou subtraindo múltiplos inteiros dêsses desvios padrões às médias respectivas, foram determinados os centros de classes de produção, nas quais se distribuem as progênies ou híbridos, de acôrdo com a produção média de cada um, naquele período.

Verifica-se, no quadro 1, que as cinco progênies e os cinco híbridos selecionados em 1944, por apresentarem as melhores médias gerais ao fim de seis anos de produção, estão colocadas em classes de produção com centro igual a $\bar{x} + 3s$. De maneira geral, pode ser notado que as progênies e híbridos tendem a conservar a mesma posição nas distribuições obtidas após dois, quatro e seis anos de colheitas. Verifica-se, por exemplo, que ao fim de dois anos de produção (1939/40) havia 13 grupos de 20 plantas colocados em classes com centros iguais a $\bar{x} - 1s$, $\bar{x} - 2s$ e $\bar{x} - 3s$. Depois de outros dois anos de colheitas, apenas quatro destas 13 progênies e híbridos passaram à classe de produção acima do limite $\bar{x} - 1s$. Ao fim do sexto ano de produção, 11 dêsses 13 grupos encontravam-se ainda em classes iguais ou inferiores à média da distribuição correspondente ao período 1939/44. Apenas duas progênies, de n. 363 e 375, passaram a ocupar classes de centros superiores à média geral, em 1944. A relativa estabilidade verificada para as 43 progênies e híbridos, nas distribuições correspondentes aos três biênios estudados, pode ser apreciada em mais detalhes no quadro 2.

Os dados do quadro 2 confirmaram as observações feitas noutra ocasião (1), de que, realmente, a posição relativa de várias progênies da mesma idade, e da mesma variedade, Bourbon Vermelho, altera-se pouco à medida que se acumulam colheitas em anos sucessivos. A julgar por êstes estudos a produção total das progênies e híbridos, ao fim das seis primeiras colheitas, pode indicar com segurança quais os grupos que verdadeiramente são mais produtivos. Assim sendo, pode-se concluir, pelo exame dos quadros 1 e 2, que os 13 grupos de piores médias gerais ao fim do primeiro

QUADRO 1.—Número de plantas das progênes e dos híbridos F₁ colhidas individualmente antes e depois da seleção efetuada em 1944, produções totais médias nos três períodos estudados e classificação de acôrdo com a distribuição ao redor da média

Progênes e Híbridos	Plantas		Período 1939/40		Período 1939/42		Período 1939/44	
	Total	Seleciona- das em 1944	Produção	Classifi- cação (*)	Produção	Classifi- cação (*)	Produção	Classifi- cação (*)
	nº	nº	kg		kg		kg	
357x358	20	20	6,85	+3	11,51	+1	20,53	+1
357x359	20	20	6,52	+2	11,91	+1	21,07	+1
370	20	20	6,35	+2	13,39	+2	23,26	+3
359x360	20	5	6,27	+1	10,44	0	19,85	+1
358x360	20	7	6,12	+1	9,92	-1	17,79	-1
357	20	4	6,11	+1	10,64	0	18,57	0
353x359	20	5	6,10	+1	10,42	0	18,03	0
355x357	20	20	5,99	+1	11,79	+1	20,44	+1
376	20	20	5,99	+1	14,24	+3	24,81	+3
358x355	20	7	5,98	+1	11,45	+1	19,14	0
357x360	20	2	5,88	+1	10,64	0	17,89	0
357x355	18	4	5,82	+1	10,95	0	17,37	-1
355x359	20	20	5,79	+1	11,81	+1	19,86	+1
372	20	4	5,68	0	11,51	+1	19,39	0
358x357	20	5	5,64	0	10,33	0	17,40	-1
360	20	3	5,52	0	9,74	-1	17,85	-1
361	20	7	5,49	0	10,70	0	19,29	0
360x359	20	2	5,49	0	10,13	-1	16,67	-1
359	20	4	5,46	0	10,85	0	18,82	0
359x358	20	3	5,44	0	11,22	-1	18,16	0
355x358	20	20	5,43	0	12,24	+1	20,98	+1
369	20	20	5,42	0	11,42	+1	20,07	+1
359x355	20	1	5,41	0	9,81	-1	17,21	-1
367	20	5	5,38	0	10,48	0	18,46	0
364	20	4	5,38	0	10,92	0	18,65	0
355	20	4	5,38	0	11,22	0	19,15	0
368	20	6	5,36	0	10,50	0	18,69	0
365	20	5	5,31	0	9,81	-1	17,90	0
371	20	3	5,27	0	10,61	0	18,14	0
355x360	20	0	5,22	0	10,39	0	17,67	0
360x358	19	5	5,18	-1	9,57	-1	17,17	-1
356	20	3	5,18	-1	11,20	0	18,29	0
360x355	20	6	5,15	-1	10,02	-1	18,57	0
373	20	5	5,14	-1	10,80	0	18,02	0
363	20	20	5,14	-1	11,60	+1	20,07	+1
359x357	20	3	5,13	-1	9,75	-1	17,48	-1
375	20	20	5,12	-1	12,12	+1	21,50	+2
377	20	6	4,93	-1	10,15	-1	17,63	-1
366	20	3	4,84	-1	10,16	-1	17,15	-1
374	20	8	4,81	-1	10,20	-1	18,86	0
362	20	5	4,66	-2	8,72	-2	16,57	-1
378	20	4	4,46	-2	9,19	-1	16,13	-1
379	19	1	4,05	-3	9,10	-2	16,41	-1

(*) Para cada período considerado, os centros das classes foram determinados a partir das médias respectivas, somando ou subtraindo múltiplos do desvio padrão s.

QUADRO 2.—Comparação das distribuições verificadas para as 43 progênie e híbridos, ao fim de 2, 4 e 6 anos de produção.

Centro das classes para as produções médias de 43 progênie e híbridos no período 1939/40		Progênie em cada classe		Progênie, após 4 anos de produção, colocadas nas seguintes classes da distribuição obtida ao fim do período 1939/42						Progênie, após 6 anos de produção, colocadas nas seguintes classes da distribuição obtida ao fim do período 1939/44									
Em múltiplos do desvio padrão	Em frutos maduros	nº	kg	nº	nº	nº	nº	nº	nº	nº	nº	nº	nº	nº	nº	nº	nº	nº	
																			$\bar{x}-3s$
$\bar{x}+3s$	7,12	1																	
$\bar{x}+2s$	6,58	2				1													
$\bar{x}+1s$	6,03	10			1	3													1
\bar{x}	5,49	17			5	9													1
$\bar{x}-1s$	4,94	10			6	2													
$\bar{x}-2s$	4,40	2			1														
$\bar{x}-3s$	3,86	1			1														
Total		43		2	13	16	9	1	1	2	0	18	19	8	1	2			

biênio poderiam ser descartados, ocasionando a perda de apenas duas progênies, que, no sexto ano, se colocaram em classes superiores à média geral.

Como pode ainda ser visto no quadro 2, havia 13 progênies e híbridos com classificação superior à média geral, no primeiro biênio de produção. Passados mais dois anos de colheitas, nota-se que sete dos 13 grupos conservaram-se ainda acima da média geral referente aos dois primeiros biênios de produção. Após o sexto ano de colheitas consecutivas, encontram-se ainda, entre os grupos situados acima da média geral para seis anos de produção, sete das 13 progênies ou híbridos que no início já estavam bem colocados.

Ao que parece, portanto, as progênies e híbridos que iniciam as produções em classes inferiores, tendem a manter suas classificações com estabilidade relativamente maior do que a que se verifica para grupos inicialmente colocados em classes de maior produção.

4 — CONSEQUÊNCIAS DA ELIMINAÇÃO DOS CONJUNTOS MENOS PRODUTIVOS

Para que se possam examinar as consequências de uma eventual eliminação das progênies e híbridos que apresentassem as médias mais baixas, ao fim do primeiro biênio de colheitas, há necessidade de apreciar dois aspectos distintos, utilizando os dados disponíveis. Primeiramente, há interêsse em saber se a eliminação de alguns dos piores grupos acarretaria a perda de progênies ou híbridos que somente com maior número de anos de colheitas revelariam a sua capacidade de produção. Para as 43 progênies e híbridos essa observação somente pôde ser feita por um período de seis anos. Para 10 desses grupos, todavia, existem os dados de 14 anos de colheitas seguidas, permitindo algumas observações sobre as possíveis consequências da eliminação dos piores conjuntos.

Outro aspecto a considerar é o dos efeitos que teria essa eliminação sobre a escolha das plantas individuais com as mais altas produções totais, ao fim do período em que foram estudadas. Nesse particular, podem ser utilizadas as produções individuais dos 856 cafeeiros pertencentes às 43 progênies e híbridos referentes ao sexênio de 1939/44 e, para estender as observações a um período mais longo, os dados referentes às 339 plantas cujas produções foram anotadas até o 14.^o ano de colheita.

4.1 — EFEITO SOBRE A SELEÇÃO POR GRUPOS

Ao se discutirem os dados apresentados no quadro 2, foi visto que os 13 piores conjuntos iniciais se mantiveram mal classificados nos anos subseqüentes e que, no final do período 1939/44, 11 desses 13 conjuntos ainda se achavam nas classes de produção igual ou

inferior à média das 43 progênies e híbridos. Isto significa que apenas dois grupos seriam perdidos na seleção em 1944, quando foram escolhidos os 10 melhores, entre 11 que se apresentavam com médias mais elevadas. Verifica-se, dessa maneira, que se se reduziu o número de progênies e híbridos após dois anos de observações, eliminando-se os 13 grupos com as piores classificações iniciais, ter-se-ia efetuado uma seleção praticamente igual à que foi realizada em 1944.

Cinco progênies e cinco híbridos, compreendendo um total de 200 cafeeiros, foram escolhidos na seleção preliminar feita em 1944, e tiveram suas colheitas individuais anotadas por mais oito anos, até 1952. No quadro 3 encontra-se a comparação das produções médias desses 10 grupos de plantas, de acordo com os totais acumulados de dois em dois anos, até o 14.º ano.

Excetuando-se as más classificações obtidas pelo híbrido (357 x 358), ao fim dos períodos 1939/42 e 1939/44, verifica-se, no quadro 3, que desde o primeiro biênio as progênies 370 e 376, e os híbridos (357 x 358) e (357 x 359) mantiveram-se entre os cinco grupos mais produtivos. Confirma-se, portanto, para um período de 14 anos, a mesma tendência das progênies e híbridos conservarem as diferenças iniciais de produção, através dos anos de produções sucessivas. Carvalho (1) já chamou a atenção para essa particularidade das produções acumuladas de café Bourbon Vermelho, que pode ser verificada mesmo quando a comparação envolve poucos grupos de cafeeiros.

4.2 — EFEITO SOBRE A SELEÇÃO DE CAFEEIROS

Afim de examinar que reflexos teria a eliminação dos conjuntos inferiores, aos dois anos de produção, sobre a seleção de indivíduos foi organizado o quadro 4, onde são comparadas as distribuições das produções médias das 43 progênies e híbridos, relativas ao biênio 1939/40, e a distribuição das produções totais individuais das 856 plantas que constituem os 43 conjuntos, referentes ao período 1939/44.

É visível, no quadro 4, a tendência de haver mais plantas improdutivas entre as progênies que inicialmente apresentavam as médias mais baixas. Nas 13 progênies ou híbridos que ao fim do primeiro biênio de produção se colocaram nas classes inferiores à média da distribuição geral, encontram-se apenas 55 cafeeiros cujas produções totais de seis anos são superiores à média geral das 856 plantas individuais, estando 41 deles na classe $\bar{x}+1s$, 10 em $\bar{x}+2s$ e quatro em $\bar{x}+3s$.

O número total de plantas pertencentes a essas 13 progênies era de 258, das quais 203, ou sejam 79%, se colocaram em classes com centro igual ou inferior à média geral, e 55, ou 21%, acima da média.

Quadro 3.—Produções médias acumuladas em kg de frutos maduros e classificação das várias progênes e híbridos nos sete biênios compreendidos entre 1939 e 1952

Progênes e Híbridos	Produções médias acumuladas e classificações das progênes e híbridos nos vários biênios													
	1939/40	Classifi- cação	1939/42	Classifi- cação	1939/44	Classifi- cação	1939/46	Classifi- cação	1939/48	Classifi- cação	1939/50	Classifi- cação	1939/52	Classifi- cação
363	kg	9°	kg	9°	kg	7°	kg	7°	kg	7°	kg	7°	kg	6°
369	5,14		11,60		20,07		31,75		41,50		46,27		52,29	
370	5,42	8°	11,42	8°	20,07	8°	31,38	8°	41,59	6°	45,81	8°	51,87	7°
375	6,35	3°	13,39	2°	23,26	2°	35,60	2°	48,36	2°	54,90	2°	61,53	2°
376	5,12	10°	12,12	3°	21,50	3°	32,41	6°	41,45	8°	45,60	9°	51,09	9°
	5,99	4°	14,24	1°	24,81	1°	37,59	1°	50,08	1°	56,33	1°	62,12	1°
355x357	5,99	5°	11,78	7°	20,44	7°	30,53	9°	39,62	10°	43,22	10°	48,15	10°
355x358	5,43	7°	12,24	5°	20,98	5°	33,02	5°	42,78	5°	48,65	5°	55,29	5°
355x359	5,79	6°	11,81	10°	19,86	10°	30,30	10°	39,95	9°	46,50	6°	51,33	8°
357x358	6,85	1°	11,51	6°	20,53	6°	33,78	4°	46,09	4°	51,03	4°	56,67	4°
357x359	6,52	2°	11,91	4°	21,07	4°	33,78	3°	46,22	3°	51,42	3°	57,80	3°

QUADRO 4.—Comparação entre a distribuição de 43 progênes e híbridos de acordo com a sua produção média no período 1939/40, e a distribuição das produções totais individuais no período 1939/44 das 856 plantas dessas progênes e híbridos

Centro das classes para as produções médias de 43 progênes e híbridos no período 1939/40		Progênes em cada classe	Plantas nas várias classes da distribuição das produções totais individuais das 856 plantas no período 1939/44						Total	
Em múltiplos do desvio padrão	Em frutos maduros		5,97 kg	10,25 kg	14,54 kg	18,27 kg	23,11 kg	27,40 kg		31,68 kg
	kg	nº	$\bar{x}-3s$	$\bar{x}-2s$	$\bar{x}-1s$	\bar{x}	$\bar{x}+1s$	$\bar{x}+2s$	$\bar{x}+3s$	nº
$\bar{x}+3s$	7,12	1	0	0	5	7	7	0	1	20
$\bar{x}+2s$	6,58	2	0	1	4	12	12	8	3	40
$\bar{x}+1s$	6,03	10	0	7	50	73	50	14	4	198
\bar{x}	5,49	17	2	14	90	156	65	9	4	340
$\bar{x}-1s$	4,94	10	0	13	52	87	33	10	4	199
$\bar{x}-2s$	4,40	2	0	5	16	13	6	0	0	40
$\bar{x}-3s$	3,86	1	0	1	9	7	2	0	0	19
Total		43	2	41	226	355	175	41	16	856

Nas 13 progênies ou híbridos que se classificaram acima da média, ao fim do biênio 1939/40, compreendendo igualmente 258 cafeeiros, 99 (38%) se classificaram acima da média geral das 856 plantas e 159, isto é, 62%, foram se colocar nas classes inferiores dessa distribuição.

A julgar, portanto, pelas produções totais dos primeiros seis anos, verifica-se existir uma tendência de se encontrar maior frequência de bons indivíduos nas progênies ou híbridos que já aos dois anos de produção se mostraram mais produtivos. Desta maneira, é de se esperar que a eliminação dos piores grupos, mesmo quando feita com um só par de anos de observações, tenha pequena influência sobre a escolha dos cafeeiros mais produtivos.

Além das 200 plantas pertencentes às progênies e híbridos selecionados em grupos de 20 plantas e com as melhores médias, outros 139 cafeeiros foram escolhidos, por ocasião da seleção feita em 1944. No quadro 5 encontra-se a distribuição das 339 plantas selecionadas, relativa à produção total que apresentavam em 1944, comparada à distribuição das 43 progênies e híbridos de acordo com as médias de cada grupo após o primeiro biênio de produção.

Os dados do quadro 5 permitem verificar que se fossem eliminadas as 13 progênies colocadas nas classes $\bar{x}-1s$, $\bar{x}-2s$ e $\bar{x}-3s$, teriam sido sacrificadas 89 das 339 plantas selecionadas em 1944. Dentre esses 89 cafeeiros, porém, apenas 19 têm produções superiores à média geral das 339 plantas. Quando se nota que essa média geral se encontra prejudicada por numerosas plantas inferiores, pertencentes a cinco progênies e cinco híbridos selecionados como conjunto de 20 cafeeiros, torna-se ainda mais evidente que a eliminação das progênies e híbridos mal classificados traria pouca ou nenhuma redução na eficiência da seleção feita em 1944.

Podem-se ainda examinar os efeitos da eliminação das piores progênies e híbridos ao fim dos dois primeiros anos de produção, levando-se em conta a produção total das 339 plantas, até 1952, quando deixaram de ser colhidas. No quadro 6 comparam-se a distribuição das produções médias dos 43 conjuntos, para o período 1939/40, e a distribuição das produções totais das 339 plantas selecionadas, referentes aos 14 anos de produção compreendidos entre 1939 e 1952.

Os dados do quadro 6 mostram que 89 das 339 plantas colhidas até o décimo quarto ano pertenciam às 13 progênies ou híbridos com as mais baixas produções médias iniciais. Desses 89 cafeeiros, apenas 20 se incluem entre as 100 plantas que ocupam as classes $\bar{x}+1s$, $\bar{x}+2s$ e $\bar{x}+3s$, da distribuição obtida para as produções totais das 339 plantas, no período 1939/52.

Conclui-se que se os 13 piores conjuntos fossem eliminados em 1940, após o segundo ano de produção, pequena teria sido a redução na margem de escolha dos melhores indivíduos, também em 1952.

QUADRO 5.—Comparação entre a distribuição das produções médias das 43 progênes e híbridos no período 1939/40 e a distribuição das produções totais individuais, no período 1939/44, das plantas selecionadas nessas progênes e híbridos, em 1944

Centro das classes para as produções médias de 43 progênes e híbridos no período 1939/40		Progênes em cada classe	Plantas nas várias classes obtidas na distribuição correspondente às produções de 359 cafeeiros selecionados em 1944, relativa ao período 1939/44						Total	
Em múltiplos do desvio padrão	Em frutos maduros		kg	$\bar{x}-3s$	$\bar{x}-2s$	$\bar{x}-1s$	\bar{x}	$\bar{x}+1s$		$\bar{x}+2s$
$\bar{x}+3s$	7,12	1	0	5	7	3	4	0	1	20
$\bar{x}+2s$	6,58	2	2	3	11	7	11	4	2	40
$\bar{x}+1s$	6,03	10	2	7	18	33	16	10	3	94
\bar{x}	5,49	17	0	8	25	36	22	1	4	96
$\bar{x}-1s$	4,94	10	2	4	28	26	9	7	3	59
$\bar{x}-2s$	4,40	2	0	0	4	6	0	0	0	9
$\bar{x}-3s$	3,86	1	0	0	0	1	0	0	0	1
Total		43	6	27	93	116	62	22	13	339

QUADRO 6.—Comparação entre a distribuição das produções médias das 43 progênies e híbridos, no período 1939/40, e a distribuição das produções totais individuais dos 339 cafeiros selecionados nesses 43 conjuntos, referentes ao período 1939/52 (kg de frutos maduros)

Em múltiplos do desvio padrão	Em frutos maduros	Grupos nas várias classes	Plantas nas várias classes da distribuição obtida para as produções totais individuais das 339 plantas selecionadas nos 43 conjuntos, referente ao período de 1939/52 (kg de frutos maduros)						Total	
			23,18 kg $\bar{x}-3s$	34,37 kg $\bar{x}-2s$	45,57 kg $\bar{x}-1s$	56,76 kg \bar{x}	67,96 kg $\bar{x}+1s$	79,15 kg $\bar{x}+2s$		90,33 kg $\bar{x}+3s$
$\bar{x}+3s$	7,12	1	nº 1	nº 0	nº 5	nº 9	nº 2	nº 3	nº 0	20
$\bar{x}+2s$	6,58	2	nº 0	nº 3	nº 7	nº 16	nº 7	nº 4	nº 3	40
$\bar{x}+1s$	6,03	10	nº 2	nº 6	nº 25	nº 34	nº 20	nº 6	nº 1	94
\bar{x}	5,49	17	nº 0	nº 1	nº 25	nº 36	nº 30	nº 4	nº 0	96
$\bar{x}-1s$	4,94	10	nº 1	nº 5	nº 22	nº 33	nº 14	nº 3	nº 1	79
$\bar{x}-2s$	4,40	2	nº 0	nº 0	nº 0	nº 7	nº 2	nº 0	nº 0	9
$\bar{x}-3s$	3,86	1	nº 0	nº 0	nº 0	nº 1	nº 0	nº 0	nº 0	1
Total		43	4	15	84	136	75	20	5	339

Convém salientar que foi de natureza preliminar a seleção praticada no sexto ano de produção, ao passo que teve caráter definitivo a que se fez no décimo quarto ano. Achou-se mais seguro, por ocasião da escolha definitiva, preferir os bons cafeeiros de progênies e híbridos que se mantiveram com as melhores médias gerais, a outras plantas igualmente produtivas, que pertenciam porém a grupos de média geral inferior.

Para se verificar de outra maneira essa tendência de haver maior proporção de cafeeiros altamente produtivos nas progênies ou híbridos que apresentam as melhores classificações iniciais, podem ser analisados os dados reunidos no quadro 7. Nesse quadro comparam-se as médias das 10 progênies e híbridos, relativos ao período de 1939/44, e a distribuição das produções totais das 200 plantas desses grupos, relativas aos períodos 1939/44 e 1939/52.

O quadro 7 mostra que há maior proporção de plantas de produções totais mais elevadas nas progênies que aos seis anos já apresentavam as melhores classificações relativas. Entre as 40 plantas das progênies 376 e 370, isto é, das que apresentavam as duas médias gerais mais altas em 1944, 22 plantas apresentaram ao fim dos 14 anos de colheitas produções totais que as colocaram nas classes de produções superiores à média dos 200 cafeeiros. Nota-se, por outro lado, que apenas oito plantas conseguiram se situar nesse extremo da distribuição, entre as 40 plantas do híbrido (355 x 359) e da progênie 363, ou seja, dos conjuntos que em 1944 tinham as menores médias gerais. Confirma-se, dessa maneira, a observação já feita anteriormente, de que é nas progênies de maiores médias gerais iniciais que irão se encontrar as plantas com as maiores produções.

Finalmente, é ainda necessário confrontar a distribuição das médias finais das 200 plantas, com a distribuição apresentada ao fim dos seis primeiros anos de produção, a fim de verificar se as plantas inicialmente mais produtivas são as mesmas que no final do período estudado obtiveram colocações nas melhores classes. Essa comparação encontra-se no quadro 8.

No quadro 8, onde se consideram as 200 plantas como uma população única, fazendo abstração da separação em cinco progênies e cinco híbridos, nota-se que ao fim dos seis primeiros anos de produção havia 57 plantas nas classes $\bar{x}+1s$ a $\bar{x}+3s$. Dessas 57, 34 (58%) permaneceram nas classes superiores à média após 14 anos de colheitas; 20 se colocaram na classe \bar{x} , e apenas três na classe $\bar{x}-1s$. O comportamento desse grupo de plantas é análogo ao dos 69 cafeeiros que em 1944 ocupavam as duas classes inferiores da distribuição das médias de 200 plantas. Em 1952 apenas três dessas 69 plantas foram ocupar a classe $\bar{x}+1s$. Entre as restantes, 24 atingiram a classe \bar{x} , e 42 (61%) pertenciam às de classificações inferiores.

Quadro 7.—Distribuição das 20 plantas de cada uma das 5 progênies e dos 5 híbridos selecionadas em 1944 por apresentarem as maiores médias gerais, em classes de produção, referentes aos totais individuais em kg de frutos maduros, nos períodos 1939/44 e 1939/52

Numeração das progênies e híbridos	Produção média em frutos maduros no período 1939/44	Plantas colocadas nas várias classes das distribuições obtidas para as produções totais individuais, e centro dessas classes, em kg de frutos maduros, nos períodos 1939/44 e 1939/52													
		$\bar{x} - 3s$		$\bar{x} - 2s$		$\bar{x} - 1s$		\bar{x}		$\bar{x} + 1s$		$\bar{x} + 2s$		$\bar{x} + 3s$	
		kg	nº	kg	nº	kg	nº	kg	nº	kg	nº	kg	nº	kg	nº
376	24,81	0	0	0	0	2	8	6	5	2	4	2	4	2	1
370	23,25	0	0	0	1	3	3	10	8	2	3	2	3	0	1
375	21,50	0	0	0	3	5	8	3	6	3	0	3	0	0	0
367x359	21,07	0	0	2	1	4	11	3	2	2	2	2	2	0	1
355x358	20,98	0	0	1	0	4	6	5	3	1	0	1	0	0	0
357x358	20,53	0	0	2	1	3	7	4	3	3	3	0	3	1	0
355x357	20,44	0	0	1	4	3	11	3	3	0	0	0	0	0	0
369	20,07	0	1	0	0	9	6	4	4	0	0	0	0	0	0
363	20,07	0	0	4	0	6	6	1	4	3	0	0	0	0	0
355-359	19,86	0	0	2	2	7	7	1	3	1	1	1	1	1	0
Total		0	1	12	12	57	73	84	41	14	13	4	3		

QUADRO 8.—Comparação entre as distribuições das produções médias de 200 cafeeiros colhidos individualmente, nos períodos de 1939/44 e 1939/52, pertencentes a 5 progênes e a 5 híbridos

Em múltiplos do desvio padrão	Em frutos maduros	Centro das classes para a distribuição das produções médias de 200 plantas nos seis primeiros anos de colheita (1939/44)						Plantas nas várias classes obtidas para a distribuição das produções médias das 200 plantas, ao fim de 14 anos de colheitas (1939/52)						Total	
		1,28 kg	2,16 kg	3,04 kg	3,92 kg	4,80 kg	5,67 kg	6,55 kg	$\bar{x}-3s$	$\bar{x}-2s$	$\bar{x}-1s$	\bar{x}	$\bar{x}+1s$		$\bar{x}+2s$
$\bar{x}+3s$	kg 5,91	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	2	0	4
$\bar{x}+2s$	5,12	0	0	0	0	8	0	0	0	8	4	4	4	1	13
$\bar{x}+1s$	4,34	0	0	6	19	40	19	12	12	12	12	12	5	1	40
\bar{x}	3,55	0	5	9	40	18	40	18	18	18	18	18	2	0	74
$\bar{x}-1s$	2,76	0	3	30	22	3	22	3	3	3	3	3	0	0	58
$\bar{x}-2s$	1,97	1	4	4	2	0	2	4	0	0	0	0	0	0	11
$\bar{x}-3s$	1,18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		1	12	46	84	42	84	46	42	13	2	200			

Pode-se concluir, portanto, à semelhança do que já se viu para o comportamento de progênies, que essa população de indivíduos exibe desde os primeiros seis anos de produção uma nítida separação no que diz respeito à classificação em relação à média geral. O grupo que aos 14 anos se localiza acima da média é formado por plantas que em sua maioria já se encontravam bem classificadas aos seis anos.

Se ao invés de fazer seleção individual dos cafeeiros mais produtivos houvesse interêsse em selecionar a fração mais produtiva de um grupo de cafeeiros, essa escolha poderia ser feita após o 6.º ano de colheitas. O quadro 8 mostra que se fôssem abandonadas as 69 plantas classificadas em $\bar{x}-1s$ e $\bar{x}-2s$, seriam perdidas apenas três plantas, entre as 57 que se agrupam nas classes $\bar{x}+1s$ e $\bar{x}+3s$, da distribuição obtida para os 14 anos de colheitas. Deve-se notar, ainda, que essas três plantas têm médias próximas do valor de 4,44 kg, inferior à média das 54 plantas restantes (5,00 kg).

5 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Na interpretação dos dados apresentados neste trabalho, deve ser lembrado que as produções estudadas se referem ao pêso total de café maduro produzido pelas progênies e híbridos ao fim de vários períodos, ou então à média dessas produções acumuladas. A razão de se escolher as produções totais acumuladas prende-se ao fato de que num programa de seleção de planta perene, como o cafeeiro, o interêsse primário está nas progênies ou híbridos que demonstrem a capacidade de produzir mais café, em menos tempo. Evidentemente, seriam mais desejáveis ainda as seleções que apresentassem essa característica por um número de anos tão grande quanto possível.

Foi verificado que as médias acumuladas do grupo de 43 progênies e híbridos se distribuíam normalmente em tórno de um valor central, conservando-se essa distribuição até o final do período estudado. Notou-se ainda que as progênies de classificação inicial inferiores tendiam a permanecer abaixo da média geral, ao fim de quatro ou de seis anos de produções. Pode-se argumentar que essa observação é óbvia, e que outra coisa não poderia ser esperada. Realmente, uma progênie ou híbrido com má classificação ao fim do primeiro biênio dificilmente poderá, ao fim de quatro ou seis anos de produção, ultrapassar os grupos que desde o início se colocaram entre os mais produtivos, a menos que se trate de uma progênie mais tardia em iniciar a produção.

É evidente, ainda, que essa mudança de classificação depende da magnitude das diferenças de produções entre uma progênie e outra. Em grupos muito uniformes, onde seja baixo o desvio padrão da média geral, será mais fácil encontrar progênies que melhorem ou

piores na classificação, de um biênio para outro. Isso porque um pequeno acréscimo na média acumulada de um grupo, ou um decréscimo na de outro, poderá alterar as suas posições relativas dentro do grupo todo. Em conjuntos heterogêneos como o de 43 progênies e híbridos da variedade Bourbon Vermelho, a classificação após o primeiro biênio tende a se modificar muito pouco. É nesta constância de classificação que se baseia a possibilidade de eliminar cedo os grupos inferiores.

Tomando-se a distribuição das médias das produções totais das progênies após o primeiro biênio e eliminando-se aquelas com médias inferiores a $\bar{x}-1s$, perder-se-ia uma fração insignificante de progênies que se tornaram mais produtivas com o decorrer dos anos. O risco de se eliminar progênies boas, porém tardias, é também pequeno, como também é pequena a probabilidade de se perderem plantas individuais de alta capacidade de produção. As melhores plantas individuais aparecem com maior frequência nos grupos que desde as primeiras produções se destacam dos demais.

Dados semelhantes, permitindo conclusões análogas, poderiam ser encontrados em outros exemplos de experimentação com plantas perenes, quer se trate de ensaios de variedades, ou da verificação do efeito de adubações, espaçamento e outros. Assim, acumulando-se as produções apresentadas por Mendes (8), observa-se que a classificação de seis variedades de café, de acordo com os totais produzidos em 16 anos de colheitas, pouco se alterou quando comparada com a do primeiro biênio. Os dados apresentados por Sanders (9) referentes a vários ensaios de café em realização em Lyamungu, Tanganica, mostram na maioria das vezes que os tratamentos mal classificados após o primeiro biênio tendem a permanecer nessa classificação com o decorrer dos anos. Haja vista os resultados do ensaio XV, de irrigação e cobertura do solo e do ensaio XVIII, quadrado latino III, sobre a competição de clones, e vários outros. No ensaio de cobertura do solo, composto e nitrogênio, os resultados não são muito concordantes, pois alguns dos tratamentos mal classificados no primeiro biênio passaram para classificações bem melhores depois de 12 anos de observação (9). Analisando-se os dados do ensaio de adubação NPK apresentados por Chokkanna (2), para o sul da Índia, nota-se igualmente que a classificação dos tratamentos após o primeiro biênio se alterou muito pouco após 14 anos de observações. É provável ainda que em ensaios feitos com outras espécies perenes se verifique a mesma constância de resultados. Neste particular o trabalho de Keller (4) é elucidativo. Realizando uma experiência de adubação com o lúpulo (*Humulus lupulus* L.) variedade Fuggles, pelo espaço de cinco anos, Keller encontrou a mesma classificação dos tratamentos, quer para os resultados de cada um dos cinco anos, quer para as produções acumuladas de 2, 3, 4 e 5 anos.

A seleção precoce das progênies de café arábica foi lembrada por Elgueta (3), porém em seu esquema a primeira seleção é feita antes de as plantas iniciarem a produção, baseando-se a escolha na uniformidade de caracteres fenotípicos das plantas. Essa uniformidade não significa necessariamente maior homozigotidade e pode também não estar relacionada com a produção.

Nos resultados discutidos neste trabalho, há que se levar em conta a sua limitação, desde que as progênies e híbridos pertencem a uma só variedade de café, plantadas em linhas de 20 plantas, sem repetições, e numa só localidade. Apesar dessas limitações a escolha precoce das melhores progênies vem sendo feita em vários lotes de progênies, localizados em Campinas e em outras Estações Experimentais. Por segurança, a eliminação das piores é feita depois de quatro a seis anos de colheitas, embora já se tenha verificado nesses lotes que não seria menos eficiente a eliminação depois do primeiro biênio.

Nos projetos atualmente em execução as progênies de café estão plantadas em ensaios com diversos delineamentos, sendo o mais comum o de blocos ao acaso, com 20 repetições, cada planta representando um canteiro. A eliminação precoce das piores progênies também poderia ser feita nesses ensaios, sem prejuízo para a análise estatística. Se não houver interesse em eliminá-los cedo, haverá sempre a vantagem de reconhecer desde o início as que têm menos possibilidades de ser selecionadas, a fim de se poder concentrar as observações de interesse nas progênies que escapem a esta prova preliminar.

COFFEE BREEDING

XI — YIELD OF PROGENIES AND HYBRIDS OF BOURBON COFFEE

SUMMARY

During the initial years of a breeding project carried out in Campinas, coffee progenies and hybrids were usually planted in rows of twenty plants each. Progenies were not replicated in the same location but usually they were studied at three to five experiment stations. Although this method did not allow for statistical analysis of individual yields and other plant and seed characteristics, it proved to be sufficiently accurate to select several outstanding progenies and exceptional individual coffee plants.

Individual yields of 856 plants belonging to forty-three of such groups of twenty plants each were studied in order to evaluate the effect of an early elimination of progenies which started yielding below the general mean. The 43 groups were derived from 25 Bourbon plants, 24 groups being selfed progenies and 19 F_1 hybrids between a few of those trees. In a previous paper it was shown that these progenies and hybrids did not differ in yielding ability, thus allowing treatment as a single population of Bourbon plants.

Individual harvests of each plant from this population were recorded during the first six years of yields (1939-44). A preliminary selection was done in 1944. The five progenies and five hybrids which had the highest mean yields were selected as groups of twenty plants and continued under observation for an additional period of eight years. Besides these 200 coffee trees, 139 others were

also selected for their high individual yields during the first six years of crop, and their records were also kept for another period of eight years, ending in 1952. The remaining trees were not recorded after the preliminary selection.

Average yields per plant were calculated for the 43 groups, accumulating the crops of the first 2, 4 and 6 years, and distributed, for each period, in classes centered at the general mean plus or minus integer multiples of the corresponding standard error. In the distribution for the first two years of crop (1939-40), 10 groups were in class $\bar{x}-1s$, two in $\bar{x}-2s$ and one group in $\bar{x}-3s$. After four additional harvests seven groups remained in the lowest classes and four reached the mean class. This relative stability in ranking after successive years of crops suggests that little was gained by keeping records for the whole group of 43 progenies and hybrids. Had the lowest group been discarded after the first two crops, only two lines would have been lost for the preliminary selection in the sixth crop.

When comparison is made between the distribution of progenies and hybrids according to their mean yields after the first two crops, and the array of six-years total individual yields of the 856 plants, it may be seen that the most productive plants belong, as a rule, to progenies and hybrids which occupy the upper classes in the distribution of the average yields of the 43 groups. This is an indication that early elimination of the lowest yielding groups would not affect selection among the best individual coffee trees.

The comparison made between the distribution of the total individual yields of 339 plants recorded to the 14th consecutive crop, and the array of the average yields for the first two crops of the progenies and hybrids to which those plants belong, show that elimination of 13 groups with the lowest yields in the period of 1939-40 would sacrifice 89 out of 339 coffee trees selected in 1944. Only 20 of these 89 plants, however, yielded above the average of the selected population of 339 trees.

Considering a more restricted group of plants, namely, the 200 individual trees that belong to the five progenies and five hybrids selected in 1944 for their high average yield in the first six years of crops, it may be observed that among the 40 plants of the progenies with the highest average yields, 22 ranked above the mean of the 200 plants, after 14 years of production. Among the 40 plants of the two groups with the lowest yields, however, only eight could reach a position above the mean.

These informations indicate that in trials involving large number of progenies it is possible to restrict observation on the most promising groups, discarding those which start yielding far below the mean. This elimination of low yielding progenies could be made after two or four consecutive yields, even if it considered that definite selection of individual coffee plants must wait until twelve or more years have elapsed, when the trees attain full development.

When coffee progeny trials are planted in randomized blocks or in lattices such an elimination would not introduce difficulties in future statistical analysis. It is pointed out that similar procedures could be adopted in selection programs of other perennial crops.

LITERATURA CITADA

1. CARVALHO, A. Melhoramento do cafeeiro. VI — Estudo e interpretação para fins de seleção, de produções individuais na var. *bourbon*. *Bragantia* 12: [179]-200. 1952.
2. CHOKKANA, N. G. Chemistry. Rep. Res. Dep. Indian Coffee Bd. 1953-54: 43-54.
3. ELGUETA, M. Un programa de selección para *Coffea arabica*. Turrialba 1:37-43. 1950.

4. KELLER, K. R. Relative value of repeated annual fertilizer application on a perennial crop, *Humulus lupulus* L. Agron. J. 46:535-537. 1954.
5. KRUG, C. A. & ANTUNES, H. (filho). Melhoramento do cafeeiro. III — Comparação entre progênies e híbridos da var. *bourbon*. Bragantia 10: [343]-355. 1950.
6. ————— & CARVALHO, A. Melhoramento de *Coffea arabica* L. var. *bourbon*. Capítulo III. Seleções individuais realizadas, dados preliminares de algumas progênies e aproveitamento dos resultados de análises estatísticas. Bragantia 1:[120]-176. 1941.
7. MENDES, J. E. T. Melhoramento de *Coffea arabica* L. var. *bourbon*. Capítulo I. Bragantia 1:[3]-25. 1941.
8. ————— Ensaio de variedades de cafeeiros. III. Bragantia 1:[29]-43. 1951.
9. SANDERS, F. R. Twentieth annual report of the Coffee Research and Experimental Station, Lyamungu, Moshi, for the 1953-54 season. Lyamungu, Tanganika, 1954. 43 p. (Pamphlet n. 60)