

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 16

Campinas, novembro de 1957

N.º 14

MELHORAMENTO DO CAFEIEIRO

XII — VARIABILIDADE EM LINHAS PURAS DE CAFÉ (*)

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

RESUMO

Três progênes isogênicas de café Bourbon Vermelho, duas oriundas de cafeeiros haplóides (357-21 e RP 13) que tiveram os cromossomos duplicados e outra correspondente ao F_1 (H 1934) do cruzamento entre êsses dois cafeeiros, foram estudadas com relação a vários característicos, em um ensaio tipo látice balanceado, onde entraram 13 outras progênes de origens diversas. Dentre estas destacam-se as progênes Bourbon Vermelho 959 correspondente a S_0 , 43-18-11 correspondente a S_3 do cafeeiro 43 e 43-7-7-15 e 43-7-19-13 correspondente a S_4 dessa mesma planta, as quais também foram analisadas com detalhes.

Com relação à altura das plantas no campo não se notou heterose no híbrido F_1 , que apresenta altura média intermediária. Também as autofecundações sucessivas parecem não influir na redução do vigor vegetativo. Os dados obtidos foram aproveitados para análise da variabilidade dêsse característico, calculando-se a variância para os canteiros e a variância total, bem como sua homogeneidade. Notou-se que F_1 apresenta variância igual à de uma das linhas puras e muito próxima da outra. Das duas linhas puras, a de número 357-21Dp mostrou-se pouco mais variável, cinco anos após a transplantação para o local definitivo.

Embora o híbrido F_1 tenha produzido mais café cereja no conjunto de três anos do que as linhas puras, a diferença não foi significativa. O híbrido se mostrou menos variável quanto a êste característico, embora as variâncias não sejam também significativamente diferentes. Nas outras progênes estudadas os valores da variância foram bem maiores, com tendência de aumento com as sucessivas autofecundações. As linhas isogênicas analisadas ano por ano deram indicações de que a variância do híbrido permaneceu menor, com exceção de um ano apenas.

Varição bem acentuada foi encontrada entre as progênes constantes do ensaio no tocante às porcentagens de sementes do tipo moca. O híbrido H 1934 apresentou menor quantidade de sementes moca do que as linhas puras e significativamente menos que a progênie 357-21 Dp. Quanto à variabilidade, a do híbrido se mostrou intermediária, aproximando-se da linha pura com variância maior. As variâncias das outras progênes estudadas são bem mais elevadas, notando-se tendência de aumento com as autofecundações sucessivas.

(*) Trabalho apresentado durante a III Semana de Genética, realizada em Piracicaba de 25 a 28 de março de 1956, sob o patrocínio da Sociedade Brasileira de Genética.

Os autores agradecem as sugestões apresentadas pelos eng. agrs. Constantino G. Fraga Júnior e Armando Conagin, quanto à análise estatística efetuada.

Recebido para publicação em 7 de maio de 1957.

Com relação às sementes concha, a porcentagem média para o híbrido não difere das linhas puras e o valor da variância é intermediário. Para as demais progênes analisadas os valores das variâncias são maiores e mostram tendência de redução com as autofecundações.

O valor da peneira média correspondente ao tamanho das sementes não difere para as três linhas isogênicas, a variabilidade sendo, porém, menor para o híbrido. Para as outras progênes não se notou redução do tamanho como efeito da autofecundação e as suas variâncias não mostram tendência de aumento ou redução nas gerações estudadas.

Dos itens analisados, destacam-se como mais promissores do ponto de vista da produção e altura das plantas (a qual pode representar o vigor vegetativo) a progênie de Bourbon Vermelho 959 e a de Bourbon Amarelo J 24ex.

Dependendo do característico analisado, notou-se que a variância entre plantas nos canteiros do híbrido F_1 pode ser igual, intermediária ou menor do que a das linhas puras. Em nenhum caso, porém, a variância do híbrido se mostrou maior que a das linhas puras.

1 — INTRODUÇÃO

De acôrdo com o plano de melhoramento do cafeeiro em execução no Instituto Agrônômico, após o exame preliminar de grande número de progênes de plantas matrizes selecionadas e plantadas em lotes de observação, seriam efetuados ensaios comparativos incluindo apenas representantes das progênes mais promissoras (5). Ensaios desta natureza começaram a ser planejados em 1948 e, em alguns dêles, resolveu-se também incluir progênes correspondentes a várias gerações de cafeeiros da variedade Bourbon (*Coffea arabica* L var. *bourbon* (B. Rodr.) Choussy), autofecundadas artificialmente. Embora os dados existentes venham indicando que a autofecundação é muito mais freqüente que a polinização cruzada na espécie *C. arabica*, o exame de representantes dessas sucessivas gerações em ensaios comparativos trariam indicações úteis sôbre o efeito da autofecundação sucessiva na produtividade e sua variação. A fim de comparar a variabilidade das diversas progênes resolveu-se incluir, em um dêsses ensaios (EP 1), três progênes isogênicas, derivadas de duas plantas haplóides, as quais tiveram os cromossomos duplicados, e do híbrido entre estas duas plantas matrizes. A variabilidade observada nessas progênes, seria exclusivamente devida às condições do meio. As análises dos dados relativos à altura das plantas e produção total de três anos (1953-1955) consecutivos dêste ensaio, bem como a análise das quantidades de vários tipos de sementes e de seu tamanho, constituem o objetivo do presente trabalho.

2 — MATERIAL E MÉTODO

As autofecundações e hibridações artificiais dos cafeeiros em estudo no ensaio de progênes EP 1, plantado em Campinas, foram efetuadas em 1948. As sementes foram semeadas em 1949 e as mudas transplantadas para o local definitivo em 1950. O deli-

neamento é o de látice balanceado, com cinco repetições, 16 variáveis e canteiros de quatro covas. Plantou-se uma única planta por cova, com o objetivo de se ter possibilidade de efetuar, futuramente, a seleção de progênies e dos melhores cafeeiros dessas progênies.

Dos 16 itens, os de n. H 1920 e H 1921 correspondem ao quarto "backcross" do cafeeiro 387 com plantas da variedade Bourbon. O cafeeiro 387 deve ter-se originado pelo cruzamento espontâneo de *Coffea Dewevrei* e *C. arabica*. Sendo tetraplóide ($2n = 44$), presume-se que em sua constituição tenham entrado um gâmeta não reduzido de *C. Dewevrei* e um normal de *C. arabica* (9).

As progênies S_2 , 476-11 e 167-2 são das variedades Caturra Amarelo e Nacional, respectivamente. As progênies S_1 de n. J 16ex, J 24ex e J 25ex são da variedade Bourbon Amarelo e J 31ex, do Bourbon Vermelho. A progênie S_1 n. 959 corresponde a uma variação de Bourbon Vermelho e as sementes que lhe deram origem foram oriundas de polinização livre. As progênies 43-18-11 e 43-7-7-15 e 43-7-19-13 correspondem a S_3 e S_4 do cafeeiro Bourbon Vermelho 43. O híbrido H 1883 corresponde ao F_1 do cruzamento das plantas Bourbon Vermelho 43-18-11 e 662. A progênie 357-21 Dp é derivada de sementes autofecundadas de vários ramos enxertados do cafeeiro Bourbon Vermelho haplóide, 357-21, que teve seus cromossomos duplicados com colquicina (Co 663, Co 667, Co 751) (8) e a de n. RP 13 Dp também derivou-se do cafeeiro Bourbon Vermelho haplóide RP 13, onde se notou uma mutação somática espontânea, com número duplicado de cromossomos (1). Estas duas progênies correspondem a linhas puras de Bourbon Vermelho. O híbrido H 1934, também isogênico, corresponde ao F_1 do cruzamento entre êstes dois cafeeiros com número de cromossomos duplicados.

Realizou-se a colheita individual a fim de ter o pêso de café cereja para tôdas as plantas. Amostras de cêrca de um quilograma de café cereja foram separadas de cada planta, para determinação da quantidade de sementes dos tipos moca, concha e chato, e determinação do tamanho das sementes do tipo chato, dado pelo valor da peneira média, durante dois a três anos.

Os dados referentes à altura das plantas, produção, porcentagem de sementes moca e concha e tamanho das sementes foram analisados como blocos ao acaso, por ser baixa a eficiência do delineamento em látice.

3 — OBSERVAÇÕES FEITAS

As observações realizadas e discutidas às vêzes se referem a tôdas as progênies que constituem o ensaio EP 1, porém, outras vêzes se referem apenas ao grupo de progênies isogênicas e àquelas com maior número de autofecundações.

3.1 — GERMINAÇÃO

A germinação das sementes em viveiro não foi uniforme, como se verifica no quadro 1. O número de sementes varia para os diversos itens, porém não se observa tendência para melhor ou pior germinação em relação a sucessivas gerações de autofecundações. Das linhas puras usadas no ensaio, a de n. 357-21Dp (Co 667) deu melhor germinação do que a de n. RP 13Dp. O híbrido entre elas deu porcentagem de germinação mais elevada, porém o número de sementes é bem menor.

QUADRO 1.—Quantidade de sementes plantadas, germinadas e porcentagens de germinação dos itens do ensaio de progênes EP 1 em Campinas

PROGÊNIE	SEMENTES		Germinação
	plantadas	germinadas	
	nº	nº	%
357-21Dp	124	107	86
RP 13Dp	187	134	72
RP 13Dp x 357-21Dp (H1934)	50	48	96
J 16ex	100	81	81
J 24ex	100	83	83
J 25ex	100	79	79
J 31ex	79	35	44
959	164	132	80
167-2	74	34	46
476-11.	265	198	75
H 1920	95	46	48
H 1921	34	25	74
43-18-11.	145	73	50
43-7-7-15	275	200	73
43-7-19-13.	127	84	66
43-18-11 x 662	111	89	85

3.2 — ALTURA DAS PLANTAS EM VIVEIRO

Após a sementeação em canteiro em agosto de 1949, às distâncias de 5 x 15 cm, as mudas ainda novas e com cerca de 5 a 6 meses, foram transplantadas para “jacázinhos” e colocadas em grupos dentro do viveiro. Em outubro de 1950 tomou-se a altura das mudas de algumas progênes ainda no recipiente, pois era visível a variação na altura das plantas das linhas isogênicas, quando se esperava que fôssem uniformes quanto a este característico. Os dados das medições acham-se no quadro 2.

Verifica-se que o híbrido RP 13Dp x 357-21Dp entre as linhas puras não apresenta altura média maior do que as respectivas linhas puras; ao contrário, a da linha n. RP 13Dp é que apresenta altura média mais elevada. As variâncias das linhas puras também não diferem da do híbrido, a não ser o conjunto Co 667. Interêsse particular oferece o estudo dos três grupos de plantas derivadas de ramos

diferentes da mesma planta Bourbon haplóide 357-21, os quais foram tratados com colquicina e tiveram o número de cromossomos duplicados (Co 663, Co 667 e Co 751). Apenas as plantas da progênie Co 667 foram plantadas no ensaio de progênies EP 1. Embora essas três progênies apresentem altura média semelhante, as suas variâncias são bastante diferentes, principalmente no grupo Co 667, no qual é bem menor. Convém salientar que essas medições se referem a grupos únicos de plantas, sem repetições. É possível, dessa maneira, que as diferenças encontradas resultem da localização de cada lote de mudas, no viveiro, faltando elementos para verificar se as linhas puras são mais influenciadas por pequenas diferenças do ambiente, dada a sua particular constituição genética.

QUADRO 2.—Variação na altura das plantas de algumas progênies que entraram no Ensaio de Progênies EP 1, quando ainda em recipientes e 10 meses após a germinação

PROGÊNIE	Altura média	Mudas	Valores	
			s ²	CV
Medição em outubro de 1950				
	<i>cm</i>	<i>n</i> ^o	<i>cm</i>	<i>%</i>
RP 13Dp	43,34 ± 0,93	122	99,64	22,58
357-21Dp (Co 667)	34,30 ± 1,05	30	33,37	16,79
357-21Dp (Co 663)	32,27 ± 1,89	33	117,95	33,66
357-21Dp (Co 751)	34,38 ± 1,90	34	122,61	34,38
RP 13Dp x 357-21Dp	35,21 ± 1,12	43	126,68	31,95
J 16ex	33,08 ± 0,85	25	18,24	12,91
J 24ex	31,68 ± 1,09	25	29,73	17,21
J 25ex	28,28 ± 0,96	25	23,13	17,00
167-2	26,64 ± 1,39	25	48,24	26,07
43-18-11	36,88 ± 1,14	25	32,44	15,41
43-7-19-13	38,33 ± 1,03	24	26,32	13,12
Medição em fevereiro de 1951				
RP 13Dp	58,69 ± 1,50	87	194,87	23,79

No quadro 2 acham-se também especificadas as alturas médias de três progênies S₁ (J 16ex, J 24ex e J 25ex) do café Bourbon Amarelo, a fim de mostrar o grau de variabilidade apresentada, a qual é bem menor do que a das linhas isogênicas. O mesmo acontece com a progênie S₂ 167-2 e as progênies S₃ e S₄ de Bourbon Vermelho, 43-18-11 e 43-7-19-13. Nestas últimas não se nota redução na altura das plantas, como efeito da autofecundação. Em fevereiro de 1951 tomou-se novamente a altura das mesmas plantas da progênie RP 13Dp, a fim de verificar se a variação havia sofrido alteração. A média mostrou-se maior, como era de se esperar, porém a variabilidade na altura das plantas aumentou consideravelmente (parte inferior do quadro 2). Não foram feitas medições de altura para os outros itens.

3.3 — ALTURA DAS PLANTAS EM 1955

Em novembro de 1955 fêz-se a medição da altura de tôdas as plantas do ensaio, a fim de observar a variabilidade e correlacioná-la talvez com a produção. A análise, em blocos ao acaso, deu indicações de que os itens diferem na altura média, conforme a seguinte relação:

Progênie	Altura média <i>cm</i>
959	172,5
J 24ex	171,3
43-7-19-13	166,3
H 1920	165,3
43-18-11 x 662	159,3
43-7-7-15	158,8
J 16ex	158,5
357-21 Dp	157,8
43-18-11	155,3
J 25ex	155,3
RP 13Dp x 357-21Dp (H1934)	152,3
RP 13Dp	151,3
J 31ex	144,0
H 1921	140,3
167-2	134,3
476-11	124,0

d.m.s. 5% = 18,5 cm

Não se notam, porém, diferenças entre a altura média das linhas puras e do híbrido entre elas, sendo a altura média do híbrido intermediária. Verifica-se também que as sucessivas autofecundações não contribuíram para reduzir a altura das plantas, pois a progênie 43-7-19-13 é uma das mais altas.

As linhas isogênicas foram estudadas com maiores detalhes quanto à variabilidade da altura, determinando-se as variâncias entre as plantas de cada canteiro e para as repetições, analisando-se, a seguir, a homogeneidade das variâncias dos canteiros (teste de Bartlett). Os dados obtidos indicam que as variâncias da linha pura RP 13Dp não são homogêneas, sendo significativo a 5% o teste de Bartlett. As demais variâncias são uniformes. Os mesmos cálculos foram feitos para as três progênies de Bourbon Vermelho com maior número de autofecundações e também para a progênie 959, obtida de sementes oriundas de flôres de polinização livre. Os dados obtidos acham-se no quadro 3. A análise desse quadro mostra que as variâncias das linhas puras não diferem da variância do híbrido entre elas, embora a da linha RP 13 Dp seja um pouco menor.

QUADRO 3.—Variabilidade da altura das plantas de algumas progênies do ensaio EP 1, cinco anos após o plantio no local definitivo

PROGÊNIES	Altura média	Soma dos quadrados		Valores (*)	
		Total	Entre plantas do mesmo canteiro	s ²	CV
	<i>cm</i>				<i>%</i>
RP 13Dp	151,4	9642	8636	616,86	16,41
357-21Dp	157,8	17974	9932	662,13	16,31
RP 13Dp x 357-21Dp (H1934)	152,3	11024	9932	662,13	16,90
43-18-11	155,3	21124	15207	1013,80	20,51
43-7-7-15	158,8	12644	8732	582,13	15,20
43-7-19-13	166,3	15694	15082	1005,47	19,07
959	172,5	3625	2126	141,73	6,90

(*) Relativos às somas de quadrados entre plantas do mesmo canteiro.

3.4 — PRODUÇÃO

O ensaio deu a primeira produção em 1953 e tôdas as plantas foram colhidas separadamente. Neste ano, como em 1954 e 1955, procurou-se colhêr apenas o café cereja. Os dados dos três anos foram reunidos e analisados em blocos ao acaso, desde que não se verificou ganho de precisão na análise como látice. As progênies mostraram-se variáveis quanto à produção, como se verifica na seguinte relação:

Progénie	Produção média 1953/55 <i>kg cereja</i>
J 16ex	37,59
43-18-11	36,49
959	35,03
J 24ex	34,28
RP 13Dp x 357-21Dp (H1934)	33,74
43-18-11 x 662	33,47
357-21Dp	32,51
H 1920	31,42
J 25ex	30,26
J 31ex	29,49
RP 13Dp	29,46
43-7-7-15	28,12
43-7-19-13	26,20
476-11	25,46
H 1921	19,20
167-2	16,61

d.m.s. 5% = 8,14 kg

O híbrido entre as duas plantas puras produziu pouco mais do que os pais, porém a diferença não é significativa. Quanto às progênes de bourbon com sucessivas autofecundações, parece que houve alguma influência, pois a progênie 43-18-11 mostrou-se mais produtiva nesse período do que as progênes 43-7-7-15 e 43-7-19-13. Vê-se, também, que tôdas as progênes de Bourbon Amarelo se mostraram bem produtivas e principalmente J 16ex e J 24ex, bem como algumas de Bourbon Vermelho como 43-18-11 e 959.

Tratando-se de um característico de bastante interêsse, procurou-se também realizar um estudo da variabilidade da produção, calculando-se a variância individual das progênes para cada canteiro. As variâncias dos canteiros das linhas puras mostraram-se homogêneas pelo teste de Bartlett, ao passo que as do híbrido foram pouco heterogêneas. Os dados obtidos acham-se no quadro 4. Verifica-se que a variância das duas linhas é pouco maior do que a do híbrido entre elas, e que apenas é significativa a 5% a diferença entre a da progênie 357-21Dp e a do híbrido. As variâncias mostraram-se reduzidas para o grupo de linhas S₁, porém maiores para aquelas com maior número de autofecundações.

QUADRO 4.—Variabilidade de produção de café cereja das diversas progênes do ensaio de progênes EP 1, no período 1953-1955, em Campinas

PROGÊNIE	Produção por planta	Soma dos quadrados	Valores		
			s ²	s	CV
	<i>kg</i>				<i>%</i>
RP 13Dp	7,37	84,15	5,61	2,37	32,16
357-21Dp	8,13	149,12	9,94	3,15	38,75
RP 13Dp x 357-21Dp (H1934)	8,44	60,36	4,02	2,00	23,70
J 16ex	9,40	89,40	5,96	2,44	25,96
J 24ex	8,57	58,59	3,91	1,98	23,10
J 25ex	7,57	82,26	5,48	2,34	30,91
J 31ex	7,37	118,90	7,93	2,82	38,26
959	8,94	71,45	4,76	2,18	24,38
167-2	4,16	28,69	1,91	1,38	33,17
476-11	6,37	174,98	11,67	3,42	53,69
H 1920	8,49	149,99	12,50	3,54	41,70
H 1921	5,33	176,52	14,71	3,84	72,05
43-18-11	9,13	175,12	11,67	3,42	37,46
43-7-7-15	7,03	180,32	12,02	3,47	49,36
43-7-19-13	6,55	207,27	13,82	3,72	56,79
43-18-11 x 662	8,26	55,22	4,60	2,14	25,91

Para as linhas isogênicas calculou-se o valor das variâncias entre plantas de cada canteiro, separadamente para a produção nos anos de 1953, 1954 e 1955, para a soma dos dois primeiros anos, 1953 e 1954, e para o total de três anos, 1953 a 1955. Os dados acham-se no quadro 5. Verifica-se que o híbrido, embora tenha

dado variância maior em 1954, apresenta menor variabilidade nos outros dois anos. Em nenhum dos três anos foram significativas essas diferenças. Comparando-se êstes dados com os da produção, verifica-se que em 1954 o híbrido deu a maior produção e também a maior variância, o mesmo acontecendo com a progênie 357-21Dp em 1955. Torna-se necessário, no entanto, examinar a variabilidade por mais alguns anos antes de se determinar essa tendência.

QUADRO 5.—Variância, produção média em kg de frutos maduros e coeficiente de variação das progênies isogênicas, separadamente por ano e agrupadas em dois e três anos seguidos

PROGÊNIE	1953			1954			1955			1953/54			1953/55		
	s ²	\bar{x}	CV	s ²	\bar{x}	CV	CV	\bar{x}	s ²	s ²	\bar{x}	CV	s ²	\bar{x}	CV
357-21Dp	0,87	1,35	68,9	2,12	3,47	41,8	2,01	3,31	42,9	3,85	4,82	40,6	9,94	8,13	38,7
RP 13Dp	0,69	1,41	58,9	2,45	3,18	49,0	1,47	2,15	56,5	2,65	5,22	31,2	5,61	7,37	32,1
RP 13Dp x 357-21Dp .	0,26	2,14	23,3	2,78	3,75	44,2	1,26	2,55	43,9	2,75	5,89	28,2	4,02	8,44	23,7

3.5 — TIPOS DE SEMENTES

Os frutos do cafeeiro em geral apresentam duas lojas, cada uma delas encerrando somente um óvulo. Quando mais de um óvulo se desenvolve em uma loja resultam em sementes do tipo concha e, na eventualidade do desenvolvimento de apenas uma loja e atrofia da outra, a semente toma forma arredondada, do tipo moca. A ocorrência de sementes moca deve estar sob o controle de fatores genéticos, tratando-se de um característico bastante afetado pelo meio ambiente. Sabe-se que em uma mesma planta a quantidade de sementes moca pode ser pequena em um ano de alta produção e alcançar valores bem mais elevados em anos de produção reduzida. A produção de sementes concha também é um característico genético, porém menos afetado pelo meio ambiente.

Os dados referentes às porcentagens de sementes dos tipos moca e concha, determinados a partir de amostras de cerca de 1 kg de café cereja, para cada planta, em geral durante 3 anos seguidos, acham-se no quadro 6.

Das linhas isogênicas, a progênie 357-21 Dp apresenta porcentagem mais elevada tanto de sementes moca como de sementes concha, ao passo que para o híbrido entre as linhas puras a porcentagem de moca tem valor próximo ao da linha pura com média menor, e a de concha atinge valor intermediário. As duas linhas puras diferem quanto à porcentagem de moca e concha, porém a diferença não é significativa.

QUADRO 6.—Porcentagens de sementes dos tipos moca e concha em uma a três amostras de cerca de 1 quilograma de café cereja, durante 1953-1955

PROGÊNIES	Média das sementes	
	moca	concha
	%	%
RP 13Dp	11,89	1,29
357-21Dp	14,19	2,31
RP 13Dp x 357-21Dp (H1934)	11,64	1,60
J 16ex	12,26	2,31
J 24ex	11,99	2,26
J 25ex	10,83	2,77
J 31ex	12,09	2,76
959	13,53	3,05
167-2	7,78	5,86
476-11	12,18	5,65
H 1920	15,88	5,87
H 1921	19,62	3,58
43-18-11	10,83	3,38
43-7-7-15	11,51	2,89
43-7-19-13	11,39	2,17
43-18-11 x 662	10,75	4,23
d. m. s. 5%	2,42	1,25

Uma relação inversa entre as porcentagens de moca e concha é encontrada na progênie 167-2, que apresenta a mais baixa porcentagem de moca e uma das mais altas porcentagens de concha.

Nos dois "backcrosses" derivados de hibridação interespecífica, H 1920 e H 1921, notam-se elevadas quantidades de sementes moca e concha, embora tenha-se verificado quantidade reduzida de sementes concha na planta original 387 (0,1%), que foi usada no primeiro "backcross". É possível que a exagerada quantidade de sementes moca seja resultante de anomalias citológicas, pois as plantas dêsses dois conjuntos não são fenotipicamente semelhantes. A análise da variabilidade observada nos canteiros das linhas isogênicas quanto aos tipos de sementes moca e concha acha-se no quadro 7. Em relação às sementes moca vê-se que a variância do híbrido aproxima-se mais da linha pura com variância maior. Quanto à porcentagem de sementes concha a variância do híbrido se aproxima do valor correspondente à média das variâncias das linhas puras. Para as demais progênies do quadro 7 as variâncias para êsses tipos de sementes são bem mais elevadas, o que poderia significar que estão segregando para fatores genéticos responsáveis pela ocorrência dessas sementes. Grande variabilidade foi notada para a progênie 959 com relação à porcentagem de concha, o mesmo não acontecendo com as sementes moca. Para os vários canteiros, notou-se ainda que as variâncias da porcentagem de moca

para as linhas puras são homogêneas, porém altamente heterogêneas para as progênies de autofecundações sucessivas.

QUADRO 7.—Variabilidade da porcentagem de sementes tipos moca e concha de algumas progênies do Ensaio EP 1

PROGÊNIES	Sementes moca			Sementes concha		
	\bar{x}	s^2	CV	\bar{x}	s^2	CV
RP 13Dp	11,88	6,9322	22,1	1,28	0,0786	21,8
357-21Dp	14,19	4,6462	15,2	2,31	0,7526	37,5
RP 13Dp x 357-21Dp	11,64	6,4437	21,8	1,60	0,2981	34,1
43-18-11	10,83	13,9559	33,5	3,37	4,7141	64,4
43-7-7-15	11,51	30,4672	48,0	2,89	1,4927	42,2
43-7-19-13	11,39	30,7481	48,7	2,17	1,8603	62,8
959	13,53	10,7300	24,2	3,05	13,2600	119,3
d. m. s.	2,42			1,25		

As sementes normais, do tipo chato, foram classificadas em uma série de peneiras com crivos que aumentam de diâmetro de 1/64 de polegada, tal como se usa no comércio, o que dá informações sobre o seu tamanho. Os dados obtidos são os seguintes e mostram que as progênies diferem também nesse característico. As linhas isogênicas, no entanto, são uniformes e não diferem entre si. As sementes de maiores dimensões pertencem às progênies J 16ex e 959, as quais, sendo também bastante produtivas, são bem promissoras.

Progênies	Valores da Peneira Média
RP 13Dp	16,34
357-21Dp	16,56
RP 13Dp x 357-21Dp (H1934)	16,38
J 16ex	17,08
J 24ex	16,78
J 25ex	16,38
J 31ex	16,82
959	17,34
167-2	17,08
476-11	16,74
H 1920	16,46
H 1921	16,24
43-18-11	16,46
43-7-7-15	16,58
43-7-19-13	16,14
43-18-11 x 662	16,66

d.m.s. 5% = 0,32

Embora as linhas isogênicas não difiram na média da peneira, as variâncias ponderadas são diferentes, sendo maior para a progênie 357-21Dp e menor para o híbrido H 1934 (quadro 8). As duas linhas puras também diferem nesse característico. Para as progênies restantes, é menor a variância ponderada apresentada pela de número 959. Uma das progênies com quatro autofecundações apresenta a maior variabilidade quanto ao tamanho das sementes, enquanto a outra, com igual número de autofecundações, é uma das mais uniformes.

QUADRO 8.—Variâncias entre plantas nas várias repetições, referentes à peneira média para as progênies isogênicas e outras do mesmo ensaio

PROGÊNIES	Variância entre plantas nas repetições					Variância ponderada	F
	I	II	III	IV	V		
357-21Dp	0,23	0,29	0,55	0,94	0,14	0,43	3,58**
RP 13Dp	0,13	0,31	0,05	0,30	0,05	0,17	1,41
RP 13Dp x 357-21Dp .	0,04	0,10	0,09	0,12	0,26	0,12	
43-18-11	0,57	1,42	0,05	0,09	0,50	0,53	
43-7-7-15	0,48	0,04	0,50	0,32	0,11	0,26	
43-7-19-13	0,30	0,48	1,92	0,54	0,54	0,76	
959	0,10	0,26	0,35	0,34	0,07	0,22	

F 5% = 2,39

4 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O estudo da variabilidade dos indivíduos heterozigotos em relação aos homozigotos tem merecido especial atenção, principalmente nas espécies que se multiplicam por fecundação cruzada. Entre os animais há evidência de que a heterozigosidade para um certo característico reduz a variabilidade em torno do valor médio de adaptação (2, 6). Baseado no que Lerner (6) postula para os organismos que se multiplicam por fecundação cruzada, isto é, que o desvio do sistema normal de multiplicação da espécie conduz à perda do "poder amortecedor", seria de se esperar, nas populações autógamias, que as variâncias dos híbridos F_1 fossem mais elevadas que as dos pais. O exame dos dados existentes, feitos por Lerner, indicam que essa suposição no geral não se verifica.

Assim, estudando comparativamente as formas homozigotas e heterozigotas de alguns mutantes que afetam a clorofila em cevada, Gustafsson (3) concluiu que a variabilidade dos heterozigotos ultrapassa à das plantas irmãs homozigotas, nos vários característicos analisados, tais como número e peso dos grãos, número de espigas por planta e comprimento do colmo e da espiga. Palmer (11), no entanto, verificou que a variância do F_1 ora é maior, ora é menor que a dos pais, dependendo do característico examinado no seu estudo sobre duas variedades de trigo, do híbrido F_1 e das gerações subse-

qüentes. Do mesmo modo Malinowsky (7), estudando duas linhas de feijão e o híbrido F_1 , notou que a variância do híbrido era maior, intermediária ou menor que a dos pais, conforme o característico analisado. Para a altura das plantas, foi menor a variância do F_1 nos dois anos analisados e nos dois ambientes empregados, o mesmo não acontecendo com o pêso sêco da haste, para o qual a variação do F_1 se mostrou maior que a dos pais em um ano e menor no ano seguinte. Para o número de vagens e número de sementes produzidas pelas plantas cultivadas no campo, a variação do híbrido F_1 permaneceu menor que a dos pais nos dois anos analisados.

Outro exemplo, ainda com planta autógena, é dado por Powers (12) que estudou o pêso dos frutos em tomateiro, verificando que a variância do F_1 , atribuível ao meio ambiente, apresentou valor intermediário entre as variâncias dos pais. Mertens e outros (10), trabalhando com mutantes obtidos a partir de linhas puras de uma espécie de tomate, notaram que as variâncias dos valores relativos à precocidade eram menores para as plantas heterozigotas para um só loco. A possibilidade de mutações ligadas produzidas pela irradiação é indicada. Jones (4) trabalhando com linhagens aparentadas de milho e autofecundadas por várias gerações, observou que a variação do F_1 era menor do que a das linhas que lhe deram origem, com relação à produtividade e altura das plantas.

A julgar pelos dados obtidos em Campinas com a variedade *cera* (*Coffea arabica* L. var. *cera* K. M. C.) o cafeeiro arábica multiplica-se predominantemente por autofecundação, enquadrando-se entre as plantas autógenas. Dessa maneira, o estudo da variabilidade de alguns característicos apresenta interêsse, em face dos resultados obtidos por vários autores que trabalharam com outras plantas.

No presente trabalho duas plantas homozigotas diferentes, de café Bourbon Vermelho, 357-21Dp e RP 13Dp, foram obtidas pela duplicação de cromossomos, a partir de haplóides. Além de autofecundadas artificialmente, dando origem a duas linhas puras, foram cruzadas dando F_1 (H 1934) também isogênico. As três populações foram estudadas quanto à variabilidade de alguns de seus característicos, como altura das plantas, produção anual e total de três anos, quantidade de sementes moca e concha, e tamanho das sementes. Estudos comparativos também foram realizados para quatro outras progênies de Bourbon Vermelho, uma oriunda de polinização livre, n.º 959, uma correspondente à terceira (43-18-11) e duas correspondentes à quarta autofecundação sucessiva de um cafeeiro dessa mesma variedade (43-7-7-15 e 43-7-19-13).

Dêsses característicos, talvez o menos influenciado pelo ambiente seja a porcentagem de sementes do tipo concha. Todos os outros parecem ser bastante afetados.

Quanto à altura das plantas não se verificou heterose no híbrido, visto sua altura no local definitivo, após cinco anos de plantio, mostrar-se com valor intermediário entre a das linhas puras. Isto já havia sido observado no viveiro, quando as plantas eram ainda novas. Os valores obtidos referentes à variabilidade da altura das plantas individuais indicam que a variância do híbrido é igual à da progênie 357-21Dp e pouco maior que a da progênie RP 13Dp. Convém notar que as plantas da progênie 357-21Dp no canteiro apresentaram-se também pouco mais variáveis na altura do que as plantas da RP 13Dp. Das demais progênies examinadas, duas delas, 959 e 43-7-7-15, apresentaram variância menor que as das linhas isogênicas, ao passo que as duas outras, 43-18-11 e 43-7-19-15, deram variâncias bem maiores. A menor variância foi obtida para a progênie 959, oriunda de polinização não controlada.

No tocante à produtividade total dos três anos, dada pela produção de café cereja, o híbrido mostrou-se mais produtivo do que as linhas puras, embora a diferença não seja significativa. Quanto às demais progênies os dados obtidos parecem indicar um leve efeito da autofecundação, reduzindo a produtividade. Os valores da variância dos canteiros mostram que a produção do híbrido é menos variável que a das linhas puras. Esta constatação é de interesse, em vista de a produção ser característico bastante influenciado pelo meio ambiente. Nas outras progênies examinadas nota-se também que os valores das variâncias aumentaram com as sucessivas autofecundações.

Analisando-se as variâncias das linhas puras e do híbrido H 1934, ano por ano, nota-se que a do híbrido mostra tendência a permanecer inferior. Todavia, há necessidade de maior número de observações para tirar conclusões mais específicas quanto a esse comportamento.

Quanto à ocorrência de sementes moca, dada pela porcentagem em peso em relação ao total das amostras, verifica-se que o híbrido apresenta porcentagem inferior à da linha pura 357-21Dp e praticamente igual à de RP 13Dp. As porcentagens de sementes moca das outras progênies estudadas são bem semelhantes às das linhas puras. Com relação à variabilidade, o híbrido mostra variância intermediária à das linhas puras. As demais progênies são bem mais variáveis, notando-se uma tendência de aumento nas progênies que deveriam ser mais homogêneas.

No que concerne à porcentagem de sementes concha, verificou-se que o híbrido difere das linhas puras nesse particular, e que as três linhas isogênicas apresentam porcentagem bem menor desse tipo de sementes do que quase todos os demais itens do ensaio. Quanto à variabilidade, a variância do híbrido mostrou-se intermediária à das linhas puras, e, a das demais progênies, uma redução à medida que as progênies se tornam mais homogêneas (quadro 9).

QUADRO 9.—Valores das variâncias obtidas para vários característicos estudados nas plantas que formam os canteiros das linhas isogênicas e das progênies com várias autofecundações

Característicos estudados	Valores das variâncias nas progênies						
	357-21Dp	RP 13Dp	RP 13Dp x 357-21Dp	959	43-18-11	43-7-7-15	43-7-19-13
Altura das plantas . .	662,13	616,57	662,13	141,73	1013,80	582,13	1005,47
Produção (3 anos) . .	9,94	5,61	4,02	4,60	11,67	12,02	13,82
Sementes moca	4,65	6,93	6,44	10,73	13,96	30,47	30,75
Sementes concha . . .	0,75	0,08	0,30	13,26	4,71	1,49	1,86
Peneira média	0,43	0,17	0,12	0,22	0,53	0,26	0,76

O tamanho da semente, medido pela peneira média, também atingiu valores intermediários no híbrido em relação às linhas puras. O maior tamanho de semente foi obtido para as amostras da progênie 959. Quanto à variabilidade dêste característico, a variância do híbrido mostrou-se menor do que a das linhas puras, enquanto nas duas progênies não se verificou nenhuma tendência definida.

Para os cinco característicos estudados os valores médios obtidos para o híbrido em relação às linhas puras são intermediários para três dos característicos, maior para a produção e menor para a porcentagem de moca. Com relação às variâncias, são intermediárias para a porcentagem de sementes moca e sementes concha, igual a uma das linhas puras para a altura das plantas e menor do que ambas as linhas puras, para a produção e peneira média, não se registrando nenhum dado em que a variância do híbrido fôsse maior do que a das linhas puras.

Em vista da boa produção e do bom aspecto vegetativo, revelaram-se como promissoras as progênies Bourbon Vermelho 959 e a de Bourbon Amarelo J 24ex.

COFFEE BREEDING

XII — VARIABILITY WITHIN ISOGENIC COFFEE PROGENIES

SUMMARY

Three isogenic progenies of Red Bourbon coffee (*Coffea arabica* L. var. *bourbon* (B. Rodr.) Choussy) were investigated in relation to several characteristics in a balanced lattice experiment with 16 entries, five replications, each plot with four individual plants. Two of these isogenic progenies were obtained by artificial self-pollination of two plants which were derived from haploid sporophytes after their chromosomes were duplicated (357-21 and RP 13). The third isogenic progeny is the F_1 of the hybrid between those duplicated plants (H 1934). Among the remaining 13 entries of this trial more attention was given to the following progenies of Red Bourbon coffee: 959, S_0 from open pollinated seeds taken in a private farm; 43-18-11, selfed S_3 from a selected plant; 43-7-7-15 and 43-7-19-13, selfed S_4 progenies of similar pedigrees.

Plant height was measured for all entries five years after transplantation to the field. It was observed that the F_1 did not show heterosis for this character-

ristic, its average height being intermediate between those of the two isogenic progenies. The within plot variance presented by the F_1 is equal to that of one of the pure lines and close to that of the other. The average height presented by the S_3 and the S_4 progenies originally derived from plant C 43 suggests that successive selfing does not reduce plant height (Table 3).

Total yields in kilograms of riped fruits of individual plants were recorded for the first three years of crops. The mean yield of the F_1 is higher than those of the two isogenic lines, although this difference is not significant. The within plot variance of yields is smaller for the F_1 than for the two pure lines, but again the differences are not significant. When separate analyses were made for the annual crops of the three isogenic progenies, it was seen that the smallest within plot variance was presented by the F_1 in two of the three years. The within plot variances for the total yields of the S_3 and S_4 progenies were higher than those presented by the isogenic progenies, showing a tendency to become larger with successive selfings (Tables 4 and 5).

Observations were also made on the percentages of three different seed types produced by coffee plants, namely, the flat, normal seeds, "moca" (peaberry) and "concha" seeds. "Moca" seeds result from the development of a single ovule after a precocious abortion of the second ovule in the ovary. "Concha" seeds are those born from independent ovules which may eventually occur in the same fruit locule. Abnormal frequencies of these abnormal seed types are clearly under genetic control and apparently the percentage of "moca" beans is more subjected to environmental influences. Lower percentages of "moca" seeds were found for the F_1 hybrid than for the two pure lines. The value of the F_1 variance for percentage of "moca" is intermediate between those of the pure lines and closer to the highest value. Higher variances in the percentage of this seed type were found for the other progenies, showing also a tendency to increase with more generations of selfing. The percentages of "concha" seeds were not different among the three isogenic lines, the F_1 variance for this seed type being intermediate. Higher variances for the percentage of "concha" seeds were found for the other progenies, together with an indication that successive selfings may reduce the incidence of this seed types (Tables 6 and 7).

Seed size was graded for all plants during the three years of crop in a series of sieves differing by $1/64$ of an inch. No differences were noticed between isogenic progenies, although the F_1 variance for seed size was lower (Table 8).

It is concluded that a definite trend can not be observed for the variability within isogenic progenies of the arabian coffee plant, which is a predominantly autogamous species. Depending on the characteristic under observation, the variances of the F_1 hybrid may be lower, equal to or higher than the variances presented by the isogenic progenies of the homozygous plants that entered the cross. (Table 9). Although these data refer only to the first three years of crop, it may be pointed out that no instance was found where the F_1 presented higher variances than those of the two isogenic progenies.

LITERATURA CITADA

1. CARVALHO, A. Taxonomia de *Coffea arabica* L. VI. Característicos morfológicos dos haplóides. *Bragantia* 12:[201]-212. 1952.
2. DOBZHANSKY, TH. & LEVENE, H. Genetics of natural populations. XXIV. Development homeostasis in natural populations of *Drosophila pseudoobscura*. *Genetics* 40:797-808. 1955.
3. GUSTAFSSON, A. The effect of heterozygosity on variability and vigour. *Hereditas* 32:263-285. 1946.

4. JONES, D. F. Continued inbreeding in maize. *Genetics* 24:462-473. 1939.
5. KRUG, C. A. & CARVALHO, A. Coffee breeding. *In* International Horticultural Congress, 13th., London, 1952. Report. p. 1199-1209.
6. LERNER, I. M. Genetic homeostasis. London, Oliver and Boyd, 1954, 134 p.
7. MALINOWSKY, E. Studies on hybrid vigour in *Phaseolus vulgaris* (L) Savi. Part I. *Z. induk. Abstamm.-u. Vererb-Lehre* 70:96-124. 1935.
8. MENDES, A. J. T. Observações citológicas em *Coffea*. XI. Métodos de tratamento pela colchicina. *Bragantia* 7:[221]-230. 1947.
9. ————— Observações citológicas em *Coffea*. XII. Uma nova forma tetraplóide. *Bragantia* 9:[29]-34. 1949.
10. MERTENS, T. R., BURDICK, A. B. & GOMES, F. R. Phenotypic stability in rate of maturation of heterozygotes for induced chlorophyll mutations in tomato. *Genetics* 41:791-803. 1956.
11. PALMER, T. P. Population and selection studies in a *Triticum* cross. *Heredity* 6:171-185. 1952.
12. POWERS, L. The nature of the series of environment variances and the estimation of the genetic variances and the geometric means in crosses involving species of *Lycopersicon*. *Genetics* 27:561-575. 1942.