

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônomico do Estado de São Paulo

Vol. 18

Novembro de 1959

N.º 24

MELHORAMENTO DO CAFEEIRO

XVI - EFEITO DA AUTOFECUNDAÇÃO SUCESSIVA NO CAFÉ BOURBON (*)

A. CARVALHO e H. ANTUNES FILHO, *engenheiros-agrônimos, Seção de Genética, Instituto Agrônomico*

RESUMO

A variedade *bourbon* de *Coffea arabica*, uma das variedades de maior interesse econômico para São Paulo, desde 1933 vem sendo submetida a sucessivas autofecundações, com a finalidade de investigar o seu efeito sobre a produção e o desenvolvimento geral das plantas. Neste trabalho são apresentados os dados relativos a um ensaio no qual foram incluídos, além de duas progênies S_0 de Bourbon, progênies S_1 , S_2 , S_3 e S_4 derivadas dessas duas plantas matrizes e também híbridos F_1 entre plantas das gerações S_0 , S_2 e S_4 .

Notou-se, de um modo geral, que as autofecundações sucessivas não tiveram efeito sobre a produção total nos anos 1955 a 1958 e nem sobre a altura, vigor vegetativo das plantas e os tipos de sementes produzidas. As variâncias correspondentes às produções, altura e vigor das plantas, não mostraram tendência de aumento ou redução como resultado das autofecundações.

Comparando as variâncias dos híbridos F_1 com as das progênies das plantas que lhes deram origem notou-se que, no geral, foi maior tanto para a produção como altura e vigor das plantas, embora em quase todos os casos as diferenças não se tenham mostrado significativas.

Os dados indicam que no café Bourbon a autofecundação deve ser freqüente, tal como ocorre na var. *cera* de *C. arabica*. Indicam, também, que os cafeeiros Bourbon selecionados podem ser multiplicados por autofecundação sem perigo de redução do vigor e produtividade das plantas.

1 — INTRODUÇÃO

A variedade *bourbon* (*Coffea arabica* L. var. *bourbon* (B. Rodr.) Choussy), foi acidentalmente introduzida no Brasil, conjuntamente com mudas de *Coffea liberica* Hiern. Plantada primeiramente em Rezende, no Estado do

(*) Trabalho apresentado à IV Reunião Latinoamericana de Fitotecnia, realizada em Santiago, Chile, de 24 de novembro a 6 de dezembro de 1958.

Recebido para publicação em 23 de março de 1959.

Rio de Janeiro, logo depois foi trazida a São Paulo, para a região de Ribeirão Preto, onde se abriam novos cafezais. Mais produtiva do que a antiga var. *typica* (*C. arabica* L. var. *typica* Cramer), em pouco tempo se espalhou por imensa área de cultivo. Não se sabe, exatamente, o número de mudas de Bourbon originalmente introduzidas (6), porém presume-se que tenham sido poucas. Algumas plantas derivadas dos primitivos cafeeiros Bourbon foram analisadas e suas progênies, estudadas na Seção de Genética do Instituto Agrônomo de Campinas, indicaram grande uniformidade quanto ao aspecto vegetativo e produção. A variabilidade que atualmente se nota no café Bourbon deve ter origem nas hibridações naturais ocorridas com outras variedades, junto das quais é comumente plantada, e nas mutações verificadas espontaneamente. A existência desta variabilidade genética tem permitido, na execução do plano de melhoramento do cafeeiro que se leva a efeito em Campinas, o isolamento de linhagens com alta capacidade de produção, as quais vêm sendo usadas para renovação de boa parte da lavoura cafeeira (2, 5).

Embora já se possuam dados referentes à taxa de cruzamentos naturais espontâneos em *Coffea arabica* poucas são, no entanto, as referências sobre o efeito da autofecundação sucessiva sobre o desenvolvimento vegetativo e produção das variedades comerciais de café (2). Ao se iniciarem os trabalhos de melhoramento do cafeeiro no Instituto Agrônomo de Campinas, em 1933, foram efetuadas autofecundações em vários cafeeiros da variedade *bourbon* e suas progênies foram plantadas em lotes especiais de seleção. Com o prosseguimento dos trabalhos, estas progênies S_1 foram desdobradas, obtendo-se progênies S_2 , S_3 e S_4 , as quais também foram sendo plantadas em lotes de progênies para estudo da produção e, ao mesmo tempo, para averiguar o efeito da autofecundação sobre o vigor vegetativo.

A fim de comparar com mais detalhes o efeito da autofecundação sucessiva sobre a produtividade e vigor dos cafeeiros Bourbon, planejou-se um ensaio comparativo nos quais entraram progênies de cafeeiros derivados da mesma planta matriz e pertencentes a várias gerações, bem como alguns híbridos entre êles. Os resultados referentes ao desenvolvimento das plantas e aos quatro primeiros anos de produção são apresentados neste trabalho.

2 — PROGÊNIES ESTUDADAS

Duas plantas matrizes bem representativas da variedade *bourbon* foram escolhidas para estas investigações e têm a numeração 1 e 2 da Seção de Genética. Encontram-se em um lote de cafeeiros que foram especialmente plantados para fins de seleção (8) e vêm tendo suas produções con-

troladas desde 1933 (5). No período 1933 a 1951 o cafeeiro n.º 1 deu uma produção total de 134 kg e o de n.º 2, 61 kg de café cereja. Êstes cafeeiros foram autofecundados em 1933 para estudo de suas progênies S_1 , as quais foram plantadas no lote de progênies G1 da Seção de Genética, cada progênie constituída de 20 cafeeiros plantados em linha e sem repetições, no espaçamento de 2,0 x 2,5 m. Em 1936, logo no primeiro florescimento, os cafeeiros n.º 1-10 e 2-3 dessas progênies foram autofecundados, dando as progênies S_2 as quais, por sua vez, foram plantadas no lote de progênies n.º G7 da Seção de Genética. Ao florescerem as primeiras plantas em 1940, escolheram-se, nestas progênies, os cafeeiros 1-10-4 e 2-3-8, para serem, por sua vez autofecundados, dando as progênies S_3 , plantadas igualmente no lote G7 de progênies. Analisadas as produções destas progênies por 3 anos, escolheram-se, em 1947, as plantas 1-10-4-4 e 2-3-8-11, que também foram autofecundadas dando as respectivas progênies S_4 . Estas foram plantadas no lote n.º G15, e iniciaram o florescimento em 1951. Neste ano resolveu-se fazer a autofecundação dos cafeeiros n.º 1 (S_0), 1-10 (S_1), 1-10-4 (S_2), 1-10-4-4 (S_3), 1-10-4-4-9 (S_4), 2 (S_0), 2-3-8 (S_2), 2-3-8-11 (S_3) e 2-3-8-11-13 (S_4), bem como realizar hibridações entre as plantas n.º 1 x 2, 2-3-8 x 1-10-4 e 2-3-8-11-13 x 1-10-4-4-9. Infelizmente não foi possível fazer a autofecundação e os cruzamentos com o cafeeiro 2-3. As sementes obtidas em 1952 foram semeadas, escolhendo-se 20 representantes de cada uma das progênies e híbridos para o plantio do ensaio destinado a averiguar o seu comportamento quanto à produção e desenvolvimento das plantas.

Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, com 20 repetições, cada planta formando um canteiro e o ensaio foi plantado em fins de 1953. Ao redor usou-se uma única bordadura. O espaçamento foi de 2,0 x 2,5 m e as adubações anuais foram iguais para todo o ensaio. A primeira produção deu-se em 1955 e tôdas as plantas foram colhidas individualmente até 1958. De cada planta retirou-se uma amostra de um quilo de café cereja, para posterior determinação dos tipos de sementes moca (uma por fruto), concha (mais de um óvulo desenvolvido por loja) e chato (sementes normais) e o seu tamanho dado pela peneira média (expressa em frações de 1/64 de polegada).

Em outubro de 1958 tôdas as plantas foram medidas para análise da altura e também analisadas quanto ao vigor, para o que se deram, a cada uma, pontos variando de 1 a 10, atribuindo-se 10 pontos às mais desenvolvidas e bem conformadas.

3 — RESULTADOS OBTIDOS

Os dados referentes à produção total média no período de 1955/58, bem como os de altura média e vigor vegetativo acham-se no quadro 1, e os resultados das respectivas análises, nos quadros 2, 3 e 4.

Nota-se que a produção não se revelou diferente para os vários ítems, não sendo significante o valor calculado para *F*. Juntando-se tôdas as cinco progênes derivadas do cafeeiro n.º 1 obtém-se média de 7,78 kg, enquanto para as quatro progênes derivadas do cafeeiro n.º 2 é de 8,14 kg e a dos três híbridos, de 8,33 kg. O cafeeiro n.º 1, de produção maior do que o de n.º 2, mostrou tendência de dar progênes menos produtivas, indicando falta de correlação entre a produção das plantas matrizes e suas progênes. Os híbridos não têm produção maior do que as progênes das plantas que lhes deram origem.

O exame das variâncias da produção de cada um dos ítems não mostrou tendência definida de aumento e nem de redução como resultado das autofecundações sucessivas e a dos híbridos, embora um pouco maior, principalmente para o híbrido 2-3-8 x 1-10-4, também se mostrou variável, sem tendência definida. Pela comparação da variância média das progênes n.º 1 e 2, nota-se que a do híbrido 1 x 2 é maior do que a de ambos os pais, porém a diferença não é significativa. Fazendo a mesma comparação com as progênes 2-3-8 e 1-10-4 e o híbrido 2-3-8 x 1-10-4, verifica-se que a variância do híbrido é maior e a diferença é significativa. A comparação entre as variâncias das progênes 1-10-4-4-9, 2-3-8-11-13 e do híbrido 2-3-8-11-13 x 1-10-4-4-9, indica que embora um pouco maior no híbrido, a diferença não é significante.

No que se refere à altura das plantas, é visível também que as autofecundações sucessivas não tiveram qualquer efeito específico, apesar de a análise indicar diferenças significativas na altura dos diferentes ítems. Apesar de a altura dos três híbridos ser um pouco maior do que a das progênes das plantas usadas no cruzamento, as diferenças não são significativas. Comparando-se as variâncias dos vários conjuntos derivados do cafeeiro n.º 1, parece que há um aumento do seu valor com a sucessão de autofecundações; o mesmo não ocorre com as progênes derivadas do cafeeiro n.º 2. As variâncias de dois híbridos mostraram-se maiores do que as das progênes correspondentes, porém as diferenças não são significativas.

Quanto ao vigor vegetativo deve-se salientar novamente que não se notou nenhum efeito relativo ao decréscimo de vigor com as autofecundações,

QUADRO 1. — Relação das progênes e híbridos do ensaio de progênes n.º 23 da Seção de Genética, sua produção média em kg de frutos maduros no período 1955-1958, altura e vigor vegetativo das plantas, cinco anos após o plantio no local definitivo

Progênes e híbridos	Produção total média	Variância	Coefficiente de variação	Altura média	Variância	Coefficiente de variação	Vigor vegetativo dos pontos	Variância	Coefficiente de variação
	kg	kg	%	cm	cm	%			%
1	7,71	6,69	83,59	154,3	419,1	13,27	5,7	3,72	33,86
1-10	7,89	7,87	36,54	163,0	277,4	10,21	5,3	3,49	35,28
1-10-4	7,40	5,81	32,57	159,3	353,4	11,80	5,9	3,52	31,86
1-10-4-4	8,16	4,76	26,72	155,3	527,6	14,78	4,9	2,89	34,69
1-10-4-4-9	7,94	5,49	29,47	155,0	736,8	17,50	5,5	2,71	30,00
2	8,04	5,22	28,36	176,3	481,3	12,44	6,0	2,91	28,50
2-3-8	8,26	3,60	23,00	154,3	895,5	19,39	5,7	2,22	26,14
2-3-8-11	8,53	4,24	24,15	168,0	374,7	11,51	5,8	3,75	33,45
2-3-8-11-13	7,74	4,62	27,78	159,8	743,4	17,06	5,5	3,08	31,82
1 x 2	9,33	7,96	30,23	178,8	641,8	14,16	6,2	1,85	21,94
2-3-8 x 1-10-4	8,12	11,75	42,24	166,8	479,7	13,12	4,9	3,02	35,51
2-3-8-11-13x1-10-4-4-9	7,53	5,99	32,54	160,0	657,9	16,03	5,3	3,17	33,58

QUADRO 2. — Análise da variação dos dados de produção referentes ao ensaio de progênes EP 23 no período 1955-1958

Fontes de Variação	G. L.	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F
Blocos	19	154,86	8,15	-----
Tratamentos	11	5,65	0,51	0,09
Resíduo	209	1 233,33	5,90	-----
Total	239	1 393,84	-----	-----

QUADRO 3. — Análise da variação dos dados referentes à altura média das plantas do ensaio de progênes EP 23, cinco anos após o plantio no local definitivo

Fontes de Variação	G. L.	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F
Blocos	19	11 900	626,32	-----
Tratamentos	11	15 420	1 401,82	2,50**
Resíduo	209	113 280	542,01	-----
Total	239	140 600	-----	-----

delta 5% = 23,71 cm.

QUADRO 4. — Análise da variação dos dados relativos ao vigor dos cafeeiros do ensaio de progênes EP 23, cinco anos após o plantio no local definitivo

Fontes de Variação	G. L.	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F
Blocos	19	98,42	5,18	-----
Tratamentos	11	37,53	3,41	1,20
Resíduo	209	590,55	2,83	-----
Total	239	726,50	-----	-----

e dois dos híbridos, comparados com as progênes das plantas das quais se originaram, mostraram-se até menos vigorosos.

Os dados referentes às porcentagens médias de sementes dos tipos moca, concha e chato e do tamanho da semente medida pela peneira média

(4) são apresentados no quadro 5 e não mostram nenhuma tendência definida de variação.

QUADRO 5. — Dados referentes às porcentagens de sementes dos tipos moca, concha e chato e tamanho das sementes medido pela peneira média

Progênes e híbridos	SEMENTES			Valores da peneira média
	chato	moca	concha	
	%	%	%	
1 -----	87,2	10,6	2,2	16,5
1-10 -----	89,4	8,5	2,1	16,5
1-10-4 -----	87,8	10,0	2,2	16,3
1-10-4-4 -----	88,6	9,6	1,8	16,3
1-10-4-4-9 -----	88,1	9,2	2,7	16,2
2 -----	84,6	12,7	2,7	16,6
2-3-8 -----	87,9	9,7	2,4	17,0
2-3-8-11 -----	87,7	10,8	1,5	16,7
2-3-8-11-13 -----	87,8	10,3	1,9	16,3
1 x 2 -----	87,4	9,3	3,3	16,7
2-3-8 x 1-10-4 -----	87,8	10,5	1,7	16,8
2-3-8-11-13 x 1-10-4-4-9 -----	90,7	7,4	1,9	16,6

4 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A análise da variabilidade observada em indivíduos homocigotos e heterocigotos, para os fatores responsáveis pelos característicos como altura da planta, produção e tipo de sementes na variedade *bourbon* de *Coffea arabica*, já mereceu especial atenção quando se analisou a variabilidade em linhas puras de cafeeiros dessa variedade (1). Verificou-se que, dependendo do característico estudado, a variância das plantas nos canteiros de cafeeiros híbridos F_1 entre duas plantas haplóides que tiveram duplicado o número de seus cromossomos, pode ser igual, intermediária ou menor do que a observada nas linhas puras, sem que, contudo, seja a variância do híbrido maior do que nas linhas puras. Analisando-se em outro ensaio a variância da produtividade de progênes S_2 de cafeeiros Bourbon derivados de plantas selecionadas em progênes S_1 , não se notou nenhuma tendência de aumento da variância de uma para outra geração (3). Neste trabalho foi possível analisar o efeito da autofecundação sucessiva sobre a produção, altura e vigor das plantas e tipos de sementes, bem como em híbridos entre cafeeiros S_0 , S_2 e S_4 .

Quanto à produção e altura das plantas nos dois conjuntos de progênes analisadas, não se notou qualquer efeito da autofecundação sucessiva no sentido de reduzi-la e nem tampouco efeito consistente de melhoria de

produção e aumento da altura nos híbridos. A variância relativa à produção e altura das plantas de cada progênie também não mostrou tendência de aumento com as autofecundações sucessivas, indicando que os cafeeiros primitivos devem ser homozigotos para um conjunto de fatores responsáveis por êsses característicos. O cafeeiro Arabica, a julgar pelos dados obtidos com a variedade *cera*, multiplica-se na natureza predominantemente por autofecundação, o que explica os dados aqui obtidos (2). Do mesmo modo as variâncias de produção para os três híbridos, embora um pouco maiores do que as das progênies das plantas que entraram no cruzamento, somente é significativa em um dos híbridos enquanto as variâncias relativas à altura, também maiores nos híbridos, não são significativas. Os maiores valores das variâncias dos híbridos obtidos estão de acôrco com o que Lerner postula para as plantas que se multiplicam por autofecundação (7). No que se refere ao vigor das plantas os dados são da mesma natureza, também indicando que a autofecundação sucessiva não influiu no vigor vegetativo.

Os resultados obtidos neste ensaio indicam que a manutenção dos cafeeiros Bourbon selecionados pode ser realizada pela autofecundação, sem correr riscos de perda de vigor ou redução da produtividade das plantas e que a contribuição da hibridação no plano de melhoramento será restrita à obtenção de novas recombinações de característicos encontrados em diferentes formas de café.

COFFEE BREEDING

XVI — EFFECTS OF THE SUCCESSIVE SELFINGS ON THE BOURBON COFFEE

SUMMARY

Coffea arabica var. *bourbon*, one of the main economic varieties grown in São Paulo is being subjected to successive selfing since 1933, in order to investigate the influence of this procedure on yield and development of the plants. Data concerning one trial are here discussed in which progenies of two S_0 Bourbon mother trees were analysed in comparison with progenies S_1 , S_2 , S_3 , and S_4 derived from these mother trees and also F_1 hybrids between plants of the S_0 , S_2 and S_4 generations.

It has been observed that successive selfing do not influence yield, height or vigor of the coffee trees, percentage of peaberry and elephant beans and also the size of the normal flat beans. The variance values for total yield (1955 to 1958), height and vigor of the trees do not show any tendency to be increased or reduced as a result of successive selfings.

A comparison of the variances of F_1 hybrids with the variances of the progenies of the parents of these hybrids indicated that, in a general way, the F_1 hybrid variances relative to the yield, plant height and vigor were higher but not statistically significant, except in one comparison.

These data indicate that in the Bourbon coffee natural selfing must be frequent such as happens in the *cera* variety of *Coffea arabica*. They also pointed out that the selected Bourbon plants can be maintained by artificial selfing of their flowers for the establishment of the multiplication plots, without expecting reduction in the yield or vigor of the plants. Artificial hybridization, for the further improvement of the *bourbon* variety must then be based on outcrosses with different genotypes.

LITERATURA CITADA

1. ANTUNES, H. (filho) & CARVALHO, A. Melhoramento do cafeeiro. XII. Variabilidade em linhas puras de café. *Bragantia* 16:[197]-213. 1957.
2. CARVALHO, A. & KRUG, C. A. Agentes da polinização da flor do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). *Bragantia* 9:[11]-24. 1949.
3. ————— MÔNACO, L. C. & ANTUNES, H. (filho). Melhoramento do cafeeiro. XV. Variabilidade observada em progênies de café. *Bragantia* 18:[371]-384. 1959.
4. KRUG, C. A. O cálculo da peneira média na seleção do cafeeiro. *Rev. Inst. Café* 15:123-127. 1940.
5. ————— & CARVALHO, A. Melhoramento de *Coffea arabica* L. var. *bourbon*. III. Seleções individuais realizadas, dados preliminares de algumas progênies e aproveitamento dos resultados da análise estatística. *Bragantia* 1:[120]-176. 1941.
6. ————— MENDES, J. E. T. & CARVALHO, A. Taxonomia de *Coffea arabica* L. Campinas, Instituto Agronômico, 1939. 57 p. (Bol. técn. n.º 62)
7. LERNER, I. M. Genetic homeostasis. London, Oliver and Boyd, 1954. 134 p.
8. MENDES, J. E. T. Melhoramento de *Coffea arabica* L. var. *bourbon*. I. Instalação do talhão de Bourbon, processos culturais, produções obtidas, variabilidade observada. *Bragantia* 1:[3]-25. 1941.