

BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônomo do Estado de S. Paulo

Vol. 22

Campinas, fevereiro de 1963

N.º 10

MELHORAMENTO DO CAFEEIRO

XXVI — PRODUTIVIDADE DE LINHAGENS S_0 A S_4 DE 'BOURBON VERMELHO' E RESPECTIVOS HÍBRIDOS (1)

L. C. MONACO e A. CARVALHO, *engenheiro-agrônomo, Seção de Genética, Instituto Agrônomo*

RESUMO

Avaliaram-se a altura, o vigor e a produtividade de uma série de progênie S_0 , S_1 , S_2 , S_3 e S_4 , de dois cafeeiros de cultivar 'Bourbon Vermelho' e de híbridos F_1 entre as plantas das gerações S_0 , S_2 e S_4 .

A análise efetuada, referente à altura das plantas, revelou diferenças significativas entre tratamentos, possuindo algumas progênies derivadas do cafeeiro n.º 2 maior altura média. Não se observou efeito depressivo da autofecundação na altura das progênies derivadas do cafeeiro n.º 1 e, nas do cafeeiro n.º 2, o efeito depressivo não se mostrou uniforme. Dos três híbridos analisados, dois deles apresentaram altura intermediária entre a dos pais e, no terceiro, altura pouco menor. As variâncias não mostraram tendências de aumento ou diminuição com as autofecundações sucessivas e, dois dos híbridos, deram variâncias menores e um deles variância maior, do que a dos pais.

Quanto ao vigor das plantas, avaliado por pontos dados subjetivamente, notou-se uma redução no vigor na geração S_1 em relação a S_0 , permanecendo as plantas das demais gerações com vigor semelhante ao do S_1 ou S_2 . Apenas um dos três híbridos mostrou vigor maior do que o dos pais.

No que concerne à produção, verificou-se uma diminuição a partir da S_1 a S_3 nos descendentes do cafeeiro n.º 1, tendo a S_4 produção superior a S_0 , porém não significativa; entre os descendentes do n.º 2, observou-se produção significativamente menor apenas na progênie S_4 . Em um dos híbridos a produção foi superior à dos pais e nos outros dois, intermediária. As variâncias correspondentes se mostraram inferiores em dois híbridos em relação à dos pais e, maior, no terceiro híbrido.

Analisaram-se as variâncias das produções bienais, tendo-se notado efeito significativo de biênio sobre a produção.

(1) Resumo deste trabalho foi apresentado na IX Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Genética, de 8 a 14 de julho de 1962, em Curitiba, Paraná. Recebido para publicação em: 3 de janeiro de 1963.

1 — INTRODUÇÃO

O efeito depressivo do *inbreeding* tem sido constatado em algumas espécies de plantas. O prejuízo causado pelas suas várias formas é maior entre as plantas que se multiplicam, na natureza, por fecundação cruzada, embora existam, neste grupo, espécies pouco afetadas pelas modificações no sistema de reprodução. O girassol e o centeio apresentam, quando autopolinizados, diminuta freqüência de fatores recessivos que condicionam indivíduos anormais. Plantas monóicas, como certas cucurbitáceas, a mamoeira e o mamoeiro, ou dióicas como o cânhamo, praticamente não sofrem o efeito prejudicial do *inbreeding* (1).

As plantas que se multiplicam por autofecundação se caracterizam pela ausência de fatores recessivos deletérios no reservatório gênico da população. A evolução da espécie para compensar esta modificação, que interfere com a sobrevivência da população, mantém as combinações gênicas que resultam em maior plasticidade dos indivíduos. Todavia, estas espécies retêm a capacidade de troca gênica através de cruzamentos esporádicos e conseqüente segregação. O cafeeiro (*Coffea arabica* L.) pode ser incluído entre estas espécies autógamas. Com uma taxa de cruzamentos naturais de, aproximadamente, 10% razoável nível de heterozigose poderá ser mantido na população.

As populações de cafeeiros que hoje constituem o cultivar 'Bourbon Vermelho' em São Paulo, são derivadas de poucos indivíduos introduzidos acidentalmente em nosso país. Pequena variabilidade genética seria de se esperar se a diferenciação de populações de café ficasse na dependência de raras mutações que viessem contribuir para o restrito reservatório gênico. Cruzamentos naturais com a variedade *typica*, predominantemente cultivada no período da sua introdução, devem ser responsáveis pela gama de genótipos observada nas atuais populações de 'Bourbon Vermelho'. Como estes cruzamentos são relativamente recentes e devidos à taxa de cruzamentos naturais no cafeeiro, que ocorre em nossas condições, tornou-se necessário proceder ao estudo de várias gerações a fim de avaliar o efeito das autofecundações sucessivas sobre progênies de café 'Bourbon Vermelho'. Os resultados obtidos em pesquisa realizada com esta finalidade constituem o motivo deste trabalho.

2 — MATERIAL ESTUDADO

As progênies empregadas neste estudo já haviam sido analisadas anteriormente, após 4 anos de colheitas consecutivas (2). Os dados a serem considerados referem-se apenas às produções totais de 6 anos, às oscilações bienais observadas, bem como à altura das plantas ao completarem 8 anos.

Escolheram-se duas plantas matrizes bem características da variedade *bourbon* para serem derivadas, paralelamente, duas séries de auto-

fecundações sucessivas até S_4 . Era plano incluir-se, em ensaio, as progênies S_0 a S_4 derivadas das plantas matrizes mencionadas, e os híbridos F_1 entre os ciclos correspondentes de autofecundações. Infelizmente, algumas das plantas não produziram sementes suficientes, ficando certas combinações fora do referido estudo. A relação dos itens e o número de gerações que representam são os seguintes:

PROGÊNIE	<i>Geração</i>
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
2-3-8-11-13	S_4
H 2464 (1 x 2)	$S_0 \times S_0$
H 2471 (1-10-4 x 2-3-8)	$S_2 \times S_2$
H 2472 (1-10-4-4-9 x 2-3-8-11-13)	$S_4 \times S_4$

Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, com 20 repetições e canteiros de uma única planta. Procurou-se com este esquema avaliar, da melhor forma possível, o efeito do local sobre a variabilidade do cafeeiro. O ensaio foi plantado em 1953, adotando-se o espaçamento de 2,0 x 2,5 m e uma bordadura geral ao redor do experimento. O plantio foi feito em 1953 e controlaram-se as produções até 1961. A altura das plantas e o seu vigor foram determinados em 1958 e 1961, quando se deu por encerrado o estudo. O vigor foi avaliado dando-se pontos em ordem sucessiva de 1 a 10, sendo 10 a indivíduos excepcionalmente vigorosos.

3 — RESULTADOS

A análise da variância para a produção total, bem como para o efeito dos anos na produtividade, mostrou valor significativo apenas para a oscilação bienal. Não se notou qualquer interação entre as progênies e a variação anual na produção do cafeeiro. A quantidade média de café cereja produzido para o sexênio, bem como as variâncias e os coeficientes de variação para as progênies em observação encontram-se no quadro 1.

QUADRO 1. — Produção em quilogramas de café cereja, altura média, variância, coeficientes de variação e vigor das progênes do ensaio para o estudo do efeito de autofecundações sucessivas no cafeeiro 'Bourbon Vermelho' em Campinas.

Item	Geração	Produção			Altura			Vigor
		Média	s ²	C. V.	Média	s ²	C. V.	
		kg		%	cm		%	Pontos
1	S ₀	19,2	39,86	32,8	169	1114	19,7	5,6
1-10	S ₁	17,2	46,68	35,2	151	1637	26,8	4,8
1-10-4	S ₂	17,0	37,75	36,0	172	1287	20,8	4,9
1-10-4-4	S ₃	17,3	26,58	29,1	165	1574	23,4	4,3
1-10-4-4-9	S ₄	19,0	29,50	28,6	181	963	17,1	4,9
2	S ₀	18,3	29,11	29,6	198	1343	18,5	6,7
2-3-8	S ₂	19,2	23,01	25,0	167	2274	28,6	4,6
2-3-8-11	S ₃	18,6	16,82	22,1	184	1179	18,7	5,1
2-3-8-11-13	S ₄	16,2	25,34	30,9	178	1030	18,0	4,4
1 x 2	S ₀ × S ₀	21,1	23,36	22,9	195	1063	6,7	6,5
2-3-8 × 1-10-4	S ₂ × S ₂	17,4	57,38	54,9	168	2309	28,6	5,3
2-3-8-11-13 × 1-10-4-4-9	S ₄ × S ₄	17,5	17,87	24,1	174	559	13,6	4,9
d. m. s.	.....	1,9	.....	.....	16	.....	.....	.....
delta	.....	4,4	.....	.....	37	.....	.....	.....

Nota-se um decréscimo na produção média das gerações representando os vários ciclos de autofecundações. A redução na produtividade mostrou-se mais drástica na progênie 1-10 (S₁), mantendo-se mais ou menos semelhante nas gerações S₂ e S₃, para aumentar sensivelmente na 1-10-4-4-9 (S₄). As progênes 1-10-4-4 e 1-10-4-4-9 apresentaram menores variâncias e coeficientes de variação. Os resultados obtidos para o cafeeiro 2 e as suas gerações apresentam-se diferentes em relação aos da planta 1. Não se constata tendência de menor produção com o aumento dos ciclos de autofecundação. A progênie S₄ (2-3-8-11-13), porém, apresenta produção média significativamente inferior às demais do grupo. A variabilidade, nesta série de progênes, foi menor do que a anotada para os descendentes da planta matriz de número 1. A verificação da uniformidade de variância pelo teste de Bartlett deu um valor para o X² próximo da significância ao nível de 5%. O contraste das médias das duas séries de progênes mostrou valores crescentes de F com o aumento do número de autofecundações. A diferença das comparações entre as médias das gerações S₀ e S₄ foi significativa ao nível de 5%. A média das progênes S₄ foi afetada pela baixa produtividade da progênie 2-3-8-11-13. Contrastando as produções médias dos híbridos com a das progênes que entraram na sua formação, verificou-se que apenas o hí-

brido entre gerações S_0 apresentou produção estatisticamente superior à média dos pais.

Com relação à altura das plantas, verifica-se que as progênies derivadas do cafeeiro 1 apresentam alturas médias semelhantes. Apenas a progênie 1-10-4-4-9 teve plantas pouco mais altas que as demais. A planta matriz 1 parece trazer, em homozigose, fatores que controlam a altura do cafeeiro. Tal fato não sucede com o cafeeiro 2, pois nota-se sensível variação na altura média. Não existe tendência para a diminuição da altura das plantas com o aumento das autofecundações sucessivas, tendo sido observadas reduções apenas na primeira autofecundação. A análise da variância indicou que algumas das progênies diferem estatisticamente quanto à altura. Calculando-se o valor da d.m.s. (16 cm) para as comparações estabelecidas *a priori*, verifica-se que apenas a progênie 1-10 difere estatisticamente das demais do grupo, enquanto as de prefixos 2-3-8 e 2-3-8-11-13 são menores do que a geração S_0 do cafeeiro 2. O valor de delta (37 cm) revela que os híbridos não diferem das progênies das plantas que lhes deram origem.

No que se refere ao vigor vegetativo, avaliado por pontos dados de 1 a 10, sendo o último valor a cafeeiros de vigor excepcional, os valores obtidos (quadro 1) indicam que as progênies S_0 são as mais vigorosas bem como o híbrido entre as plantas dessa geração. Comparando-se os dois outros híbridos com a média das progênies que entraram em sua formação, constata-se que os híbridos foram levemente mais vigorosos.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

No programa de melhoramento pelo método de *pedigree*, grande número de cafeeiros selecionados em plantações comerciais tem sido analisado, considerando-se o cafeeiro em ano de alta produção. Todavia, as poucas progênies encontradas com características superiores de produção atestam a falta de correlação entre a produtividade das plantas matrizes e a de suas progênies, recomendando o estudo dos descendentes para determinar-se o valor dessas plantas. O acentuado efeito do meio ambiente sobre a produção dos cafeeiros não parece ser muito influenciado pela heterozigose, não se tendo constatado qualquer correlação entre homeostase e heterozigosidade (4). O estudo de progênies S_1 e S_2 não revelou tendência de aumento da variância devido à autofecundação (3). Considerando-se estas informações coligidas e outras derivadas da biologia da reprodução do cafeeiro, não seria de se esperar sensível efeito depressivo da autofecundação controlada nas populações do café 'Bourbon Vermelho'. Neste trabalho são apresentados os resultados do estudo do efeito das autofecundações sucessivas sobre a produção, altura e vigor dos cafeeiros, os quais representam as gerações S_0 , S_1 , S_2 , S_3 e S_4 , e os híbridos entre cafeeiros S_0 , S_2 e S_4 .

A produção média das progênes em estudo mostra que apenas nos descendentes do cafeeiro 1 pode-se notar o efeito prejudicial da autofecundação. Após a geração S_1 , a produção média permaneceu mais ou menos constante, para aumentar na geração S_4 . A menor produção das outras gerações talvez se deva à seleção de indivíduos com menor capacidade produtiva dentro dos segregantes da população S_0 . Este fato parece indicar existência de variabilidade nos cafeeiros S_0 . No grupo de progênes derivadas do cafeeiro 2 não se notou relação entre a produtividade e as autofecundações sucessivas. As variâncias dos dois grupos não foram afetadas pelas autofecundações. Dois dos híbridos H. 2471 e H. 2472 apresentaram produções intermediárias, sendo o primeiro mais variável que ambos os pais. O híbrido H. 2464, entre plantas da geração S_0 , mostrou-se mais produtivo e menos variável do que os pais. Estes dados apontam uma possível escolha de cafeeiros S_2 e S_4 , com inferior capacidade de combinação, uma vez que não haviam sido testados para boa capacidade combinatória.

Os dados relativos à altura das plantas mostram que o cafeeiro 1 parece ser homozigoto para fatores que controlam a altura, enquanto o de prefixo 2 apresenta certo grau de heterozigosidade para êsses fatores. Com relação ao vigor, parece que esta característica é favorecida pela heterozigosidade, sendo que as plantas mais vigorosas foram encontradas entre as progênes S_0 e no híbrido entre elas e, a seguir, no híbrido entre cafeeiros da geração S_2 (H. 2471).

As informações derivadas dêste ensaio não são suficientes para avaliar, com segurança, o efeito das autofecundações sucessivas sobre a altura, vigor e produtividade do cafeeiro. Todavia, verificou-se que certo grau de heterozigosidade para fatores que não são fortemente deletérios deve ser comum nas populações de café 'Bourbon Vermelho'. Há necessidade de se estudarem populações de outras variedades, sabidamente de origem híbrida, e também de progênes derivadas de amostras de cafeeiros escolhidos ao acaso nas populações.

Embora a autofecundação artificial das progênes para distribuição de sementes aos lavradores, possa reduzir a variabilidade genética, esta diminuição não chega a afetar a produção das populações. O emprêgo de combinações de linhagens na mesma cova, talvez possa contribuir para maior produtividade dos cafeeiros, devido à cooperação entre diferentes genótipos.

COFFEE BREEDING. XXVI — PRODUCTIVITY OF INBRED LINES AND THEIR HYBRIDS OF THE CULTIVAR 'BOURBON VERMELHO'

SUMMARY

In spite of *Coffea arabica* cv. 'Bourbon Vermelho' being an autogamous plant, a certain level of heterozygosity seems to be maintained in the population, owing to about 10 per cent of natural out-crossing. If heterozygosity is present it should be possible to detect the harmful effect of successive selfings on the population. The

influence of successive selfings on the total yield, height and vigor of five generation (S_0 to S_4) and of hybrids between S_0 , S_2 and S_4 , in two independent series of coffee progenies (1 and 2) was analysed.

Concerning plant height it was found that the progenies derived from the mother tree n. 2 were in average taller than those belonging to group 1. No significant differences were noticed among the generations for the group 1, whereas in the second, the S_2 progeny was the shortest and the S_0 the tallest. The hybrids between S_0 or S_2 were intermediate to the parents, while the crossing between S_4 was shorter than both parents. The variance was somewhat similar, showing no tendency for increasing as a result of continuous controlled self-pollination (Table I).

Plant vigor seems to decrease in the S_1 remaining stable in the subsequent generations. Only the hybrid between S_2 was more vigorous than both parents.

The total yield for the first group of progenies decreased from S_0 to S_3 as result of selfing. However the S_4 generation gave a higher yield, which may be due to selection or mutation since contamination should not have occurred. In the second group only the progeninys S_4 was less productives than the S_0 . The hybrid between S_0 had higher yield than both parents indicating some heterotic manifestation. The variance was not affected by continuous artificial selfings.

Additional data must be collected for other cultivars before the effect of successive selfing on coffee can be determined accurately. The data here discussed indicated that, although some depressive effect could be noticed, it was not related to the presence of highly deleterious genes in heterozygosity in the population.

LITERATURA CITADA

1. ALLARD, R. W. Principles of plant breeding. New York. J. Wiley & Sons, Inc., 1960 . 485 p.
2. CARVALHO, A. & ANTUNES, H. (filho). Melhoramento do cafeiro. XVI — Efeito da autofecundação sucessiva no café Bourbon. *Bragantia* 18:[343]-357. 1959.
3. ———, MONACO, L. C. & ANTUNES, H. (filho). Melhoramento do cafeiro. XV — Variabilidade observada em progênies de café. *Bragantia* 18:[371]-384. 1959.
4. MONACO, L. C. & CARVALHO, A. Melhoramento do cafeiro. XXIII — Novos dados sobre a variabilidade em linhas isogênicas de café. 1962. (no prelo).