

# MELHORAMENTO DO CAFEEIRO (1)

## III — COMPARAÇÃO ENTRE PROGÊNIES E HÍBRIDOS DA VAR. *BOURBON*(2)

C. A. KRUG, *engenheiro agrônomo, diretor*, e H. ANTUNES FILHO, *engenheiro agrônomo, Secção de Genética, Instituto Agronômico de Campinas* (3)

### 1 - INTRODUÇÃO

No período anterior à redescoberta das leis de Mendel, a hibridação, como processo de melhoramento de plantas e animais, era empregada em bases puramente intuitivas e empíricas. Com o desenvolvimento da Genética o emprêgo da hibridação passou a ter base científica. Sendo os cruzamentos feitos quando se tem em mira um propósito definido (6), os conhecimentos sôbre a herança dos principais caracteres das plantas e dos animais mostraram-se de grande valor para racionalizar o emprêgo dêste método. É fácil aquilatar-se de sua extraordinária importância na síntese de numerosas variedades e raças novas de interêsse econômico à agricultura.

Quando, em 1932, a Secção de Genética traçou um projeto de trabalhos, já descrito em seus detalhes (9, 10), visando o melhoramento do cafeeiro, um dos meios previstos para se conseguirem plantas reunindo um máximo de caracteres aproveitáveis, era o emprêgo da hibridação. Durante os anos de execução dêste projeto de melhoramento, numerosas hibridações foram feitas, combinando não só plantas da mesma variedade, como também plantas de variedades e espécies diversas.

Em 1935, foi feita uma série especial de hibridações entre diversos cafeeiros da variedade *bourbon - Coffea arabica* L. var. *bourbon* (B. Rodr.) 'Choussy, a fim de comparar êstes híbridos com as progênies obtidas pela autopolinização artificial das plantas cruzadas, quanto à produtividade, homogeneidade e vigor. Na presente publicação, são apresentados alguns resultados obtidos nesse setor de trabalhos de melhoramento.

### 2 - CAFEEIROS ESTUDADOS

#### 2.1 - ORIGEM DOS CAFEEIROS

As plantas que deram origem às progênies e aos híbridos, fazem parte de um talhão de 1.067 cafeeiros da variedade *bourbon*, plantado em 1931, pela Secção de Café do Instituto Agronômico, na Estação Experimental Central, em Campinas. Êste talhão foi instalado especialmente para o estudo da produção individual dos cafeeiros, e a posterior seleção de plantas que revelassem a mais elevada capacidade de produção. As sementes utili-

(1) Trabalho apresentado à Segunda Reunião da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, realizada, de 5 a 12 de novembro de 1950, em Curitiba, Paraná.

(2) O primeiro e o segundo trabalhos desta série são, respectivamente, os de números 11 e 10 da literatura citada.

(3) Os autores apresentam seus agradecimentos ao engenheiro agrônomo Armando Conagin, pelo auxílio prestado na execução das análises estatísticas.

zadas no plantio dêste talhão foram colhidas em um cafézal formado por plantas produtivas e bem representativas da variedade *bourbon*, existente no Sítio Quilombo, em Campinas (11).

Os cafeeiros dêste lote foram plantados a uma só planta por cova, as quais vêm sendo colhidas individualmente todos os anos, desde 1933. Os dados de produção, em parte já publicados (11), têm permitido em várias ocasiões a seleção dos melhores cafeeiros. Em 1935, foram escolhidas as vinte e cinco plantas cujas produções totais eram, até aquêle ano, as mais elevadas, e que passaram a ser estudadas pela Secção de Genética, onde receberam os números 355 a 379.

## 2.2 - AUTOPOLINIZAÇÕES E CRUZAMENTOS

As plantas acima referidas foram, em 1935, artificialmente autopolinizadas. Dentre estas plantas, as de números 355, 357, 358, 359 e 360 foram ainda cruzadas entre si, em tôdas as combinações possíveis. As autopolinizações e hibridações foram executadas de acôrdo com a técnica comumente empregada para o cafeeiro (8). De cada cafeeiro autopolinizado foram plantadas cêrca de quinhentas sementes em canteiros, no ripado da Estação Experimental Central de Campinas. Apenas em um caso, o da planta 358, o número de sementes foi insuficiente para o estudo da sua progênie, razão pela qual se excluíram do presente trabalho todos os híbridos

QUADRO 1.—Dados, obtidos no viveiro, referentes à sementeação, germinação e transplantação para canteiro, das progênies e híbridos de *bourbon* na Estação Experimental Central de Campinas

| Progênie ou híbrido(1) | Número de sementes semeadas(2) | Número de sementes germinadas(3) | Porcentagem de germinação | Mudas transplantadas(4) |                 |                          |
|------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------|--------------------------|
|                        |                                |                                  |                           | Número                  | Altura média(5) | Coefficiente de variação |
|                        | n.º                            | n.º                              | %                         |                         | cm              | %                        |
| 355                    | 500                            | 459                              | 91,8                      | 100                     | 58,8 ± 0,55     | 9,42                     |
| 357                    | 433                            | 387                              | 89,4                      | 100                     | 61,4 ± 0,48     | 7,85                     |
| 359                    | 500                            | 481                              | 95,2                      | 100                     | 50,7 ± 1,25     | 12,45                    |
| 360                    | 446                            | 381                              | 85,4                      | 100                     | 47,3 ± 1,47     | 14,69                    |
| 355 x 357              | 49                             | 45                               | 91,8                      | 45                      | 46,5 ± 1,38     | 19,96                    |
| 355 x 359              | 34                             | 34                               | 100,0                     | 34                      | 43,8 ± 1,42     | 18,88                    |
| 355 x 360              | 96                             | 89                               | 92,7                      | 80                      | 52,2 ± 0,95     | 16,25                    |
| 357 x 355              | 29                             | 26                               | 89,7                      | 25                      | 53,6 ± 1,25     | 11,62                    |
| 357 x 359              | 44                             | 39                               | 88,6                      | 35                      | 54,6 ± 1,05     | 11,36                    |
| 357 x 360              | 30                             | 28                               | 93,3                      | 25                      | 50,0 ± 1,67     | 18,07                    |
| 359 x 355              | 89                             | 89                               | 100,0                     | 80                      | 50,3 ± 0,89     | 15,79                    |
| 359 x 357              | 97                             | 92                               | 94,8                      | 80                      | 52,2 ± 0,84     | 14,46                    |
| 359 x 360              | 60                             | 57                               | 95,0                      | 50                      | 48,8 ± 1,04     | 15,00                    |
| 360 x 355              | 31                             | 31                               | 100,0                     | 30                      | 52,2 ± 1,86     | 19,50                    |
| 360 x 359              | 32                             | 29                               | 90,6                      | 25                      | 51,5 ± 1,54     | 14,99                    |

(1) Nos híbridos, o segundo número corresponde ao da planta fornecedora de pólen.

(2) Data de sementeação: 13/8/1936.

(3) Data aproximada de germinação: outubro de 1936.

(4) Transplantadas em fevereiro de 1938.

(5) Medição feita em 26/8/1937.

em que esta planta foi utilizada. Entre os híbridos, o baixo número de sementes impediu que uma das combinações híbridas (360 x 357) pudesse ser plantada no local definitivo.

Alguns meses após a germinação, as cem melhores mudas de cada progênie, e tôdas as que haviam nascido das sementes híbridas, foram transplantadas para outros canteiros, ainda dentro do ripado, e depois para jacás, onde permaneceram em observação até as vésperas do plantio no local definitivo (quadro 1). Nestes canteiros, as mudas foram medidas em 26 de agosto de 1937, e observadas quanto à sua uniformidade, vigor, etc. No quadro 1, apresentamos os resultados da medição da altura e os coeficientes de variação encontrados para cada progênie ou híbrido. Em outubro de 1937, transplantaram-se, para o local definitivo, 20 mudas de cada lote. O solo onde se procedeu ao plantio destas mudas, na Estação Experimental Central, é do tipo "terra roxa misturada". A plantação foi feita, sem repetição, a um pé por cova, em linhas de vinte indivíduos.

Na ocasião do plantio, cada cova recebeu uma adubação inicial de, aproximadamente, cinco quilos de estêrco de curral, além de adubos químicos. Adubações semelhantes, com pequenas variações, vêm sendo repetidas anualmente. Os demais tratamentos culturais dispensados a êstes cafeeiros têm sido os mesmos que se dão a qualquer cafézal, com algumas exceções, que serão indicadas nos capítulos seguintes.

### 3 - PRODUTIVIDADE DOS CAFEIROS

A primeira colheita, das progênies e dos híbridos, foi feita dois anos após o plantio, isto é, em 1939. A partir dessa época, como se faz para tôdas as plantas estudadas pela Secção de Genética, êste conjunto vem sendo anualmente colhido, planta por planta. Apenas os frutos maduros são colhidos, tantas vêzes quantas forem necessárias, à medida que se vai processando a maturação.

#### 3.1 - PRODUÇÃO DURANTE O PERÍODO 1939/44

Durante o período compreendido entre os anos de 1939 a 1944, correspondente, portanto, aos seis primeiros anos de colheitas, foram obtidas as produções individuais de tôdas as plantas em questão. Várias outras observações foram ainda feitas, como, por exemplo, as referentes aos tipos de sementes produzidas em cada cafeeiro e ao tamanho médio das sementes do tipo normal. Nas primeiras colunas do quadro 2, encontram-se as produções médias verificadas nas progênies e híbridos, durante êsse período.

Pode ser verificado que as médias de produção das progênies e dos híbridos são muito semelhantes. Pelo exame dos coeficientes de variabilidade da produção, verifica-se que as progênies, aparentemente, são tão variáveis quanto os híbridos. Deve-se ter em mente que as progênies são formadas por vinte plantas escolhidas entre as cem melhores que germinaram de cerca de quinhentas sementes. No caso dos híbridos, o baixo nú-

QUADRO 2.—Produção total média, de frutos maduros, no período 1939/44, e altura das plantas, em 1950, das progênes e híbridos de bourbon

| Progênes e híbridos | Produção total no período 1939/44 |                  |                          | Medição da altura em 1950 |                  |                          |
|---------------------|-----------------------------------|------------------|--------------------------|---------------------------|------------------|--------------------------|
|                     | Número de plantas                 | Média individual | Coefficiente de variação | Número de plantas         | Média individual | Coefficiente de variação |
|                     | <i>n.º</i>                        | <i>kg</i>        | %                        | <i>n.º</i>                | <i>m</i>         | %                        |
| 355                 | 20                                | 19,19 ± 1,06     | 24,75                    | 19                        | 2,37 ± 0,10      | 19,25                    |
| 357                 | 20                                | 18,64 ± 0,76     | 18,26                    | 19                        | 2,43 ± 0,10      | 18,34                    |
| 359                 | 20                                | 18,84 ± 0,85     | 20,15                    | 20                        | 2,60 ± 0,60      | 9,94                     |
| 360                 | 20                                | 17,92 ± 0,67     | 16,77                    | 19                        | 2,41 ± 0,11      | 19,12                    |
| 355 x 357           | 20                                | 20,40 ± 0,69     | 14,74                    | 20                        | 2,09 ± 0,14      | 30,38                    |
| 355 x 359           | 20                                | 19,90 ± 1,18     | 26,58                    | 20                        | 2,60 ± 0,10      | 17,04                    |
| 355 x 360           | 20                                | 17,72 ± 0,83     | 20,92                    | 19                        | 2,21 ± 0,16      | 31,11                    |
| 357 x 355           | 18                                | 18,87 ± 0,80     | 18,02                    | 18                        | 2,14 ± 0,17      | 33,21                    |
| 357 x 359           | 20                                | 21,12 ± 1,13     | 23,87                    | 20                        | 2,49 ± 0,15      | 26,80                    |
| 357 x 360           | 20                                | 17,93 ± 1,00     | 24,86                    | 19                        | 2,26 ± 0,16      | 30,07                    |
| 359 x 355           | 20                                | 17,27 ± 0,76     | 19,73                    | 20                        | 2,49 ± 0,08      | 13,92                    |
| 359 x 357           | 20                                | 17,53 ± 0,73     | 18,58                    | 20                        | 2,27 ± 0,12      | 22,95                    |
| 359 x 360           | 20                                | 19,88 ± 0,94     | 21,07                    | 19                        | 2,43 ± 0,09      | 16,08                    |
| 360 x 355           | 20                                | 18,62 ± 1,14     | 27,35                    | 20                        | 2,63 ± 0,11      | 18,44                    |
| 360 x 359           | 20                                | 16,69 ± 0,75     | 20,02                    | 18                        | 2,26 ± 0,16      | 30,42                    |

mero de sementes postas a germinar, praticamente, não deu margem à tal escolha de mudas. Conclui-se, portanto, que a escolha das mudas no viveiro, baseada no tamanho das mudas, aparentemente, pouco contribui para dar às progênes, no campo, maior uniformidade quanto à sua produção.

A análise das médias de produção verificadas nas quatro progênes e nos onze híbridos, no período 1939/44, mostrou que as médias dos dois grupos não diferem significativamente (quadro 3). A aplicação do teste de Bartlett mostrou, por sua vez, que os dois conjuntos de plantas também não diferem quanto à variabilidade, isto é, que tanto as progênes como os híbridos apresentam o mesmo grau de variação. Os resultados desta análise estão resumidos no quadro 3.

Ao se efetuar a comparação entre os dois grupos, tôdas as progênes e híbridos foram considerados como tendo o mesmo número de plantas. Feita dêste modo, a análise tem a desvantagem de não demonstrar se alguns dos híbridos são mais produtivos que uma ou outra progênie. No quadro 4 acham-se os resultados da análise de produção, levando-se em conta, cada vez, duas progênes e os dois respectivos híbridos. Nestas condições seria possível formar seis grupos, cada qual com duas progênes e dois híbridos recíprocos. A análise foi feita apenas para cinco dêstes seis grupos possíveis, por meio ainda dos testes Bartlett e de *t*. O sexto grupo, que combinaria as progênes e híbridos derivados das plantas 357 e 360, não foi incluído neste trabalho, por não ter sido plantado, em 1937, um dos dois híbridos entre tais plantas.

QUADRO 3.—Dados, correspondentes às progênies e híbridos de bourbon, usados no cálculo do teste de Bartlett e na determinação dos valores de  $t$ , para a produção, no período de 1939 a 1944, e altura das plantas, em 1950

| Progênies e híbridos | Produção no período 1939/44 |                    |            | Altura das plantas em 1950  |                    |            |
|----------------------|-----------------------------|--------------------|------------|-----------------------------|--------------------|------------|
|                      | Médias                      | Soma dos quadrados | Variâncias | Médias                      | Soma dos quadrados | Variâncias |
|                      | <i>Ly</i>                   |                    |            | <i>m</i>                    |                    |            |
| 355                  | 19,19                       | 429,29             | 22,59      | 2,37                        | 3,76               | 0,2089     |
| 357                  | 18,64                       | 220,11             | 11,58      | 2,43                        | 3,58               | 0,1989     |
| 359                  | 18,84                       | 273,93             | 14,42      | 2,60                        | 1,27               | 0,0668     |
| 360                  | 17,92                       | 171,71             | 9,04       | 2,41                        | 3,81               | 0,2117     |
| 355 x 357            | 20,40                       | 178,69             | 9,40       | 2,09                        | 7,68               | 0,4042     |
| 355 x 359            | 19,90                       | 531,54             | 27,97      | 2,60                        | 3,74               | 0,1968     |
| 355 x 360            | 17,72                       | 261,07             | 13,74      | 2,21                        | 8,47               | 0,4706     |
| 357 x 355            | 18,87                       | 196,52             | 11,56      | 2,14                        | 8,62               | 0,5071     |
| 357 x 359            | 21,12                       | 482,64             | 25,40      | 2,49                        | 8,43               | 0,4437     |
| 357 x 360            | 17,93                       | 377,54             | 19,87      | 2,26                        | 8,31               | 0,4617     |
| 359 x 355            | 17,27                       | 220,65             | 11,61      | 2,49                        | 2,27               | 0,1195     |
| 359 x 377            | 17,53                       | 201,56             | 10,61      | 2,27                        | 5,16               | 0,2716     |
| 359 x 360            | 19,88                       | 336,16             | 17,53      | 2,43                        | 2,74               | 0,1522     |
| 360 x 355            | 18,62                       | 492,89             | 25,94      | 2,63                        | 4,49               | 0,2362     |
| 360 x 359            | 16,69                       | 212,16             | 11,17      | 2,28                        | 8,06               | 0,4741     |
|                      | $\chi^2$ corrigido = 20,366 |                    |            | $\chi^2$ corrigido = 39,362 |                    |            |
|                      | $t$ = 0,134                 |                    |            | $t$ = 1,39                  |                    |            |

Limites de  $\chi^2$ : 5% = 23,69; 1% = 29,14

Limites de  $t$ : 5% = 2,15; 1% = 2,98

Os resultados incluídos no quadro 4 permitem concluir que, em nenhum dos cinco casos, as médias de produção de dois híbridos foram mais altas que as das progênies correspondentes. Examinando os valores de  $\chi^2$ , pode-se ainda concluir que as diferenças entre progênies e híbridos, quanto à variabilidade, são igualmente não significativas.

### 3.2 - SELEÇÕES REALIZADAS EM 1944

De acôrdo com o projeto de melhoramento do cafeeiro (9), esboçado em 1933, ao atingirem o sexto ano de produção, as plantas que constituem as progênies e híbridos aqui estudados, bem como as demais que fazem parte do talhão em que estas se encontram, sofreram a primeira seleção. Em linhas gerais, o critério que normalmente é empregado, na escolha dos melhores cafeeiros de um lote que vai ser seleccionado, compreende os seguintes pontos: a) verificar, para cada progênie ou híbrido, geralmente constituídos por vinte plantas, a média geral de produção, por planta e por ano e a sua variabilidade; b) determinar, para cada cafeeiro, a produção total, em quilogramas de frutos maduros, nos seis primeiros anos de produção; c) é necessário ainda que os cafeeiros escolhidos pelo total de produção se mantenham vigorosos, em bom estado de vegetação, após a co-

lheita, sem que tenham apresentado oscilações exageradas de produção, de ano para ano. As melhores progênes e lotes híbridos, isto é, as mais produtivas e uniformes, são, em geral, selecionados em seu conjunto. Vários outros fatores ainda são levados em conta, na seleção, como, por exemplo, resistência à seca, conformação e tipo de sementes, etc.

QUADRO 4.—Análise dos dados correspondentes às produções, no período de 1939/44, e as alturas médias das plantas, em 1950, das progênes e híbridos de bourbon em estudo

| Progênes e híbridos | Prod. média | Soma dos quadr. | Variância | $\chi^2$ cor. | t     | Altura média | Soma dos quadr. | Variância | $\chi^2$ cor. | t <sup>(1)</sup> |
|---------------------|-------------|-----------------|-----------|---------------|-------|--------------|-----------------|-----------|---------------|------------------|
|                     | kg          |                 |           |               |       | m            |                 |           |               |                  |
| 355                 | 19,19       | 429,29          | 22,59     | 4,441         | 0,862 | 2,37         | 3,76            | 0,21      | 5,756         | 2,183            |
| 357                 | 18,64       | 220,11          | 11,58     |               |       | 2,43         | 3,58            | 0,20      |               |                  |
| 355 x 357           | 20,40       | 178,69          | 9,40      |               |       | 2,09         | 7,68            | 0,40      |               |                  |
| 357 x 355           | 18,87       | 196,52          | 11,56     |               |       | 2,14         | 8,62            | 0,51      |               |                  |
| 355                 | 19,19       | 429,29          | 22,59     | 4,561         | 0,442 | 2,37         | 3,76            | 0,21      | 6,498         | 0,676            |
| 359                 | 18,84       | 273,93          | 14,42     |               |       | 2,60         | 1,27            | 0,07      |               |                  |
| 355 x 359           | 19,90       | 531,54          | 27,97     |               |       | 2,60         | 3,74            | 0,20      |               |                  |
| 359 x 355           | 17,27       | 220,65          | 11,61     |               |       | 2,49         | 2,27            | 0,12      |               |                  |
| 355                 | 19,19       | 429,29          | 22,59     | 6,236         | 0,410 | 2,37         | 3,76            | 0,21      | 4,401         | 0,251            |
| 360                 | 17,92       | 171,71          | 9,04      |               |       | 2,41         | 3,81            | 0,21      |               |                  |
| 355 x 360           | 17,72       | 261,07          | 13,74     |               |       | 2,21         | 8,47            | 0,47      |               |                  |
| 360 x 355           | 18,62       | 492,89          | 25,94     |               |       | 2,64         | 4,49            | 0,24      |               |                  |
| 357                 | 18,64       | 220,11          | 11,58     | 4,627         | 0,659 | 2,43         | 3,58            | 0,20      | 15,182*       | -----            |
| 359                 | 18,84       | 273,93          | 14,42     |               |       | 2,60         | 1,27            | 0,07      |               |                  |
| 357 x 359           | 21,12       | 482,64          | 25,40     |               |       | 2,49         | 8,43            | 0,44      |               |                  |
| 359 x 357           | 17,53       | 201,56          | 10,61     |               |       | 2,27         | 5,16            | 0,27      |               |                  |
| 359                 | 18,84       | 273,93          | 14,42     | 2,318         | 0,121 | 2,60         | 1,27            | 0,07      | 17,72*        | -----            |
| 360                 | 17,92       | 171,71          | 9,04      |               |       | 2,41         | 3,81            | 0,21      |               |                  |
| 359 x 360           | 19,88       | 333,16          | 17,53     |               |       | 2,43         | 2,74            | 0,15      |               |                  |
| 360 x 359           | 16,69       | 212,16          | 11,17     |               |       | 2,26         | 8,06            | 0,47      |               |                  |

Limites de  $\chi^2$ : 5% = 7,82; 1% = 11,34

Limites de t: 5% = 3,18; 1% = 5,84

(1) Para os dois últimos grupos, a comparação de médias foi feita pelos limites fiduciais. As diferenças são não significativas.

Nos anos seguintes àqueles em que é feita a seleção preliminar, apenas as plantas escolhidas têm suas produções anotadas. As demais, não selecionadas, deixam de ser estudadas; não são, porém, eliminadas do campo.

Verificou-se, em 1944, que as progênes de números 355, 357, 359 e 360 não tinham boa classificação, segundo a média geral. Por esta razão, nenhum destes quatro grupos de vinte cafeeiros foi inteiramente selecionado. Apenas as melhores plantas destas progênes, cuja produção total havia sido superior ao mínimo estabelecido, foram escolhidas. Das oitenta plantas que formavam estas progênes, quinze (18,6%) alcançaram o mínimo de requisitos necessários para que fossem selecionadas. Feita a classificação dos híbridos seguindo o mesmo critério, três das onze combinações híbridas obtiveram elevada média geral, e puderam ser selecionadas em conjunto. Desta maneira, em duzentos e dezoito cafeeiros híbridos, o número de sele-

ções atingiu oitenta e três (83,1%), isto é, três conjuntos de vinte, mais vinte de três selecionadas individualmente, nas oito combinações híbridas restantes.

### 3.3 - PRODUÇÃO NO PERÍODO 1939/50

Excluindo-se os sessenta híbridos selecionados pelas médias gerais dos respectivos conjuntos, restam vinte e três híbridos que podem ser comparados às quinze plantas selecionadas nas progênies.

Um teste de *t*, feito para comparar as médias atuais de produção (médias de 12 anos) destas plantas selecionadas, deu-nos o valor 1,056, não significativo. Conclui-se, pois, que, mesmo ao fim de doze anos de produção, ainda não se manifestou predominância de um grupo de plantas sobre outro, quanto à produção (quadro 5).

QUADRO 5.—Resultados da análise estatística da produção, em quilos de frutos maduros, de 15 cafeeiros selecionados em progênies e 23 cafeeiros selecionados entre os híbridos, no período 1939/1950

| Grupo de plantas | Plantas selecionadas | Média de produção total 1939/50 | Soma dos quadrados |
|------------------|----------------------|---------------------------------|--------------------|
|                  | <i>no.</i>           | <i>kg</i>                       |                    |
| Progênies -----  | 15                   | 52,233                          | 632,49             |
| Híbridos -----   | 23                   | 52,561                          | 1 461,41           |

Valor de *t* calculado = 1,056

Limites de *t* a 5% = 2,030 ; 1% = 2,724.

### 4 - ALTURA DAS PLANTAS

Além da análise da produção, achamos de interesse estudar também a altura de todas as plantas que formam as quatro progênies e os onze híbridos, admitindo que, deste ponto de vista, fôsse encontrada a manifestação de vigor híbrido. Vários casos existem descritos na literatura (13), mostrando que a manifestação de heterose pode dar-se na altura, no peso, no aumento do número de partes, etc.

A medição da altura foi efetuada em setembro de 1950. As médias obtidas para as progênies e híbridos, apresentadas no quadro 2, foram analisadas pelos testes de Bartlett e de *t*. Foram feitas comparações entre as quatro progênies, de um lado, e os onze híbridos, de outro. A comparação, cada vez, entre duas progênies e os respectivos híbridos recíprocos, foi também executada. Os resultados destas análises tornaram evidentes os seguintes fatos (quadro 3): a) as médias da altura das progênies, quando comparadas às médias dos híbridos, mostram que não há diferença estatística entre elas; b) o valor de  $\chi^2$ , entretanto, mostra que existe diferença

quanto à variabilidade, que é maior nos lotes híbridos. Na comparação entre grupos de duas progênies e dois híbridos (quadro 4), nota-se que também não há diferenças nas médias de altura, isto é, que em nenhum dos cinco pares de híbridos recíprocos a média de altura foi superior à das progênies correspondentes. No que diz respeito à variabilidade, indicada no quadro 4 pelos valores de  $\chi^2$ , nota-se que, em dois destes cinco pares, os híbridos exibem maior variabilidade do que as progênies.

Para êstes dois casos, as diferenças entre as médias foram avaliadas pelos limites fiduciais.

## 5 - DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Os cruzamentos entre cafeeiros da variedade *bourbon*, aqui relatados, visavam trazer esclarecimentos sôbre a produtividade das plantas híbridas, em comparação com as respectivas progênies. Foram cruzados entre si quatro cafeeiros, dos quais se conhecia a produção dos três primeiros anos de colheitas.

Os resultados obtidos pelo estudo comparativo destas progênies e dos híbridos, atrás apresentados, mostram que não houve diferenças nas médias de produção e de altura, entre os grupos comparados. Ficou também evidente que nenhuma das combinações híbridas foi mais produtiva, ou apresentou maior altura do que as progênies autofecundadas. Não houve, portanto, manifestação de vigor híbrido, com relação aos dois caraterísticos estudados. O estudo da variabilidade da produção mostrou ainda que a heterogeneidade das progênies não difere da dos híbridos.

Na interpretação destes resultados, várias circunstâncias devem ser consideradas. Em primeiro lugar, a percentagem natural de fecundação cruzada, na variedade *bourbon*, deve ser baixa. Pesquisas realizadas com a variedade *cera* (*Coffea arabica* L. var. *cera* K.M.C.), bem representativa da espécie *C. arabica*, revelaram que, nas condições de Campinas, a percentagem de fecundação cruzada natural não atinge 10% (2). Estas pesquisas colocaram a espécie *C. arabica* no grupo das plantas de reprodução autógama. Isto não exclui a possibilidade de haver casos de vigor híbrido em *C. arabica*. É de se esperar apenas que êles sejam mais raros.

Relacionando a manifestação de heterose ao hábito de reprodução das plantas, Engledow e Pal (4) chegaram à conclusão de que o aparecimento de vigor híbrido é mais provável em cruzamentos de plantas alógamas, podendo, todavia, ser verificado em organismos das mais variadas naturezas. Realmente, é o que se pode constatar, examinando, por exemplo, a revisão de Whaley (13), sôbre o assunto. Alguns casos nítidos de vigor híbrido, em plantas que se multiplicam por autopolinização natural, foram encontrados em trigo (13, 5), berinjela (7) e soja (12).

Em segundo lugar, deve ser considerado o fato de que as quatro plantas utilizadas nos cruzamentos, além de pertencerem à mesma variedade, tinham a mesma procedência. Talvez, por esta razão, fôsem muito semelhantes quanto à sua constituição genética, o que, segundo East (3), pode reduzir a manifestação da heterose. A favor desta hipótese, estão os resul-



tados dos testes de Bartlett, em que foram analisadas as variâncias das produções das progênies e dos híbridos. Os valores de  $\chi^2$  obtidos foram sempre insignificantes. Tais resultados mostram que as plantas híbridas não apresentam maior variabilidade, na produção, do que as progênies derivadas de autofecundação, possivelmente em consequência de possuírem, tôdas elas, genótipos muito semelhantes.

A análise da variância da altura atual das progênies e híbridos revelou um fato inesperado. Notou-se que os cafeeiros híbridos são mais variáveis, em conjunto, do que as plantas das progênies. As comparações feitas, para os cinco grupos de duas progênies e dois híbridos recíprocos, revelaram que, em dois casos, os híbridos são significativamente mais heterogêneos do que as progênies, embora sem diferença entre as médias. Excluindo-se a hipótese do efeito variável do meio ambiente, êstes resultados podem ser explicados pela constituição genética das plantas que, autopolinizadas e cruzadas entre si, originariam, respectivamente, progênies geneticamente mais uniformes e híbridos mais variáveis. Mas, se êsse fôr o caso, também a variabilidade das produções individuais deveria ser mais nos híbridos.

## 6 - RESUMO

Do plano geral de trabalhos sôbre o melhoramento do cafeeiro, elaborado pela Secção de Genética em 1933, faz parte o estudo de uma série de híbridos obtidos pelo cruzamento entre plantas da variedade *bourbon*. O estudo da produtividade e do desenvolvimento dêstes híbridos vem sendo feito paralelamente a estudos análogos nas progênies do mesmo lote, obtidas pela autopolinização das plantas utilizadas nos cruzamentos. O objetivo em vista é o de verificar se há manifestação de heterose nos híbridos e, ao mesmo tempo, efeito prejudicial da primeira autofecundação artificial, que seria revelada pelas progênies.

As plantas originais, utilizadas neste estudo, tiveram uma origem comum, pois provieram de sementes colhidas em uma pequena plantação de café, perto de Campinas. Tanto as progênies como os híbridos foram plantados, em 1938, sem repetição, em linhas de 20 plantas, em um dos talhões de seleção de café na Estação Experimental Central de Campinas. Serviram de base para os estudos aqui relatados quatro progênies e onze híbridos, isto é, cinco grupos de híbridos recíprocos e um híbrido simples, cujo recíproco não pôde ser plantado por falta de número suficiente de plantas.

O exame da produção foi feito em duas partes. A primeira abrangeu seis anos de colheitas sucessivas (1939 a 1944) das 20 plantas de cada lote (com exceção de um lote híbrido, que só tinha 18 plantas). A segunda cobriu um período total de 12 anos (1939 a 1950) de observações, aproveitando-se para tanto apenas 15 plantas das progênies e 23 dos híbridos, que foram selecionados em 1944, em virtude da sua elevada produtividade média anual, e que por isso tiveram suas produções observadas nos anos seguintes.

A análise estatística da produção e da sua variabilidade revelou, no primeiro caso, não existirem diferenças entre as progênies e os lotes híbridos,

tanto tomados em seus conjuntos como quando analisados por grupos de duas progênies e seus híbridos recíprocos. Mesmo aos doze anos de produção, não se manifestou predominância de um grupo de plantas sobre o outro, quanto à produção.

A altura das plantas foi determinada em 1950. Pela análise realizada, concluiu-se que não há diferença estatística entre as médias das progênies e híbridos. Constatou-se, entretanto, diferença quanto à variabilidade deste caráter, que revelou ser maior nos lotes híbridos. Esta diferença na variabilidade se tornou particularmente patente em dois casos, em que se compararam, cada vez, duas progênies e os seus respectivos híbridos recíprocos.

Concluiu-se, pois, que, no material estudado, não houve manifestação de heterose com relação à produtividade e à altura das plantas, nem um efeito prejudicial da autofecundação sobre os caracteres em questão. Este fato talvez se explique, considerando que o cafeeiro é planta predominantemente autógama e que os quatro indivíduos, cujas progênies e híbridos foram utilizados no presente estudo, têm origem comum, devendo assim possuir constituição genética muito semelhante.

#### SUMMARY

An extensive project concerned with coffee breeding was organized, in 1933, in the Genetics Division of the Instituto Agrônomico. Among various lines, it was decided to make a comparative study between progenies, obtained through artificial selfings, and hybrids derived from crossings of the same mother plants which furnished the progenies, all belonging to *Coffea arabica* L. var. *bourbon* (B. Rodr.) Choussy. The productivity and the height of the plants were compared, in order to find out, whether these characters display any heterosis effect in the hybrids, and also whether the first artificial selfing has any detrimental influence.

The mother plants utilised in these studies are derived from a common origin, the seeds from which they developed having been harvested from a small coffee plantation near Campinas. Both progenies and hybrids, were planted in 1938, without replications, in rows of 20 plants, in one of the coffee breeding plots of the Central Experiment Station, at Campinas. Four progenies and eleven hybrids were used in this investigation, the hybrids being formed of five groups of reciprocal crosses and a single hybrid, as not enough seed of its reciprocal was available for planting.

The analysis of the yield data was carried out in two parts: the first one comprised the first six years of consecutive yields (1939-1944) collected from the 20 plants of each group (with the exception of one of the hybrids of which only 18 plants were available); the second, covering a total period of 12 years (1939-1950), only concerned the yield of two groups of plants, selected in the year 1944, based on their high mean annual yields, fifteen belonging to the progenies and twenty three to the hybrids. The statistic analysis of their yield and of their variability revealed, in the first case, that no differences exist between progenies and hybrids, not only when the two groups are compared, but also when, each time, two progenies are compared with their reciprocal hybrids. Even after twelve years of production, no differences were found in respect to yield.

The height of the plants was measured in 1950. The analysis of the data showed that no statistical difference exists between the mean height of progenies and hybrids; however the hybrids revealed a higher variability of this character. The difference in variability was particularly manifested in two instances, where two progenies were compared with their reciprocal hybrids.

It is therefore concluded that in the material investigated no heterosis occurred in relation to yielding capacity and plant height and that selfing has no detrimental effect

on these characters. This might be explained considering that *C. arabica* is predominantly autogamous and that the four individuals, whose progenies and hybrids were used in this study, have a common origin and most probably are of very similar genetic constitution.

#### LITERATURA CITADA

1. Brieger, F. G. The genetic basis of heterosis in maize. *Genetics* 35 : 420-445. 1950.
2. Carvalho, A. e C. A. Krug. Agentes de polinização da flor do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). *Bragantia* 9 : 11-24. 1949.
3. East, E. M. Heterosis. *Genetics* 21 : 375-379. 1936.
4. Engledow, F. L. e B. P. Pal. Investigations on yield in cereals. VIII. Hybrid vigour in wheat. *Jour. Agric. Sci.* 24 : 390-409. 1934.
5. Granhall, I. On heterosis effects in *Triticum vulgare*. *Hereditas* 32 : 287-293. 1946.
6. Hayes, H. K., and F. R. Immer. *Em* Methods of Plant Breeding, pág. 1-432. Mc Graw-Hill Book Company Inc, New York. 1942.
7. Kakizaki, Y. Hybrid vigour in egg-plants and its practical utilisation. *Genetics* 16 : 1-25. 1931.
8. Krug, C. A. Hybridization in *Coffea*. *Jour. Hered.* 26 : 325-330. 1935.
9. Krug, C. A. Genética de *Coffea*. *Bol. Téc. do Inst. Agronômico* 26 : 5-39. 1936.
10. Krug, C. A. Melhoramento do cafeeiro. Doze anos (1933-1944) de pesquisas básicas e aplicadas, realizadas nas Secções de Genética, Café e Citologia do Instituto Agronômico. *Sep. Boletim da Superintendência dos Serviços do Café* 20 : 1-32. 1945.
11. Mendes, J. E. T., F. G. Brieger, C. A. Krug e A. Carvalho. Melhoramento de *Coffea arabica* L. var. *bourbon*. *Bragantia* 1 : 1-176. 1941.
12. Veatch, C. Vigor in soybeans as affected by hybridity. *Jour. Amer. Soc. Agron.* 22 : 289-310. 1930.
13. Whaley, W. G. Heterosis. *Bot. Rev.* 10 : 461-498. 1944.