

# BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 23

Campinas, janeiro de 1964

N.º 2

## MELHORAMENTO DO CAFEEIRO

### XXIII — NOVOS DADOS SÔBRE A VARIABILIDADE EM LINHAS ISOGÊNICAS DE CAFÉ (1)

L. C. MÔNACO e A. CARVALHO, *engenheiros-agrônomo*s, Seção de Genética, Instituto Agrônomo

#### RESUMO

Os resultados apresentados e discutidos neste trabalho referem-se a informações adicionais sôbre a variabilidade no vigor vegetativo e na produção de plantas de um ensaio de progênies de cafeeiros da Seção de Genética. Várias características foram estudadas, porém, neste trabalho, consideraram-se apenas os dados de produção e a altura dos cafeeiros. A análise dos dados no período 1953-1958 revelou que as progênies J 24 ('Bourbon Amarelo') e C 959 (variação do 'Bourbon Vermelho'), foram as mais produtivas e alcançaram as maiores alturas médias em 1958.

Três linhas isogênicas de café 'Bourbon Vermelho' incluídas neste ensaio, duas linhas puras e o híbrido entre elas, foram estudadas com mais detalhes a fim de verificar se a capacidade homeostática estaria associada à heterozigiosidade neste cultivar de *Coffea arabica*.

No que concerne à altura das plantas nas linhas isogênicas, o híbrido revelou-se estatisticamente semelhante aos pais, mostrando que não existe manifestação heterótica para essa característica.

Quanto à produção total, o híbrido F<sub>1</sub> se mostrou pouco mais produtivo do que os pais. O coeficiente de variação e os valores das variâncias do híbrido revelaram-se mais próximos ao pai, com menor variabilidade, no que se refere à altura das plantas e à produção. A análise da variação da produtividade, para cada um dos seis anos separadamente, mostrou que em apenas um ano a variância do híbrido se apresentou maior que a de um dos pais. Nos demais, revelou-se menor ou intermediária, porém as diferenças não foram estatisticamente significativas.

#### 1 — INTRODUÇÃO

Em trabalho anterior (2), analisaram-se várias características dos cafeeiros pertencentes ao ensaio de progênies EP 1, da Seção de Genética, em Campinas, principalmente no que concerne à variabilidade apresentada. Dentre as características estudadas, destacaram-se a al-

(1) Um resumo deste trabalho foi apresentado na VIII Reunião da Sociedade Brasileira de Genética, realizada de 10 a 15 de julho de 1961, em Poços de Caldas. Recebido para publicação a 8 de novembro de 1963.

tura das plantas cinco anos após a transplantação para o local definitivo e a produção dos três primeiros anos. Manteve-se o ensaio por mais três anos, com controle da produção de café cereja de tôdas as plantas, e procedeu-se novamente à medição da altura dos cafeeiros antes de sua eliminação. Como no referido ensaio achavam-se incluídas duas linhas isogênicas do cultivar 'Bourbon Vermelho', o híbrido entre elas e outras progênies da mesma variedade e de cultivares de maior importância econômica, resolveu-se proceder a nova análise dos dados obtidos, principalmente da variação da altura e da produção, a fim de confrontá-los com os resultados anteriormente obtidos.

## 2 — MATERIAL E MÉTODO

O ensaio EP 1 foi plantado no local definitivo em fins de 1950, em Campinas, e a primeira produção foi registada em 1953. Utilizou-se o delineamento em *lattice* quadrado balanceado 4 x 4 com cinco repetições, canteiros com quatro covas, dando um total de 20 plantas por variável. Plantou-se um único cafeeiro por cova para, além de estudar a variabilidade das plantas, poder-se também realizar a seleção das mais promissoras. Dos 16 itens, os híbridos H 1920 e H 1921 correspondem ao quarto retrocruzamento do cafeeiro C 387 (*C. arabica* x *C. Dewevrei*) com plantas do cultivar 'Bourbon Vermelho'. As progênies  $S_2$  de prefixo C 476-11 e C 167-2 pertencem aos cultivares 'Caturra Amarelo' e 'Típica', respectivamente; as progênies  $S_1$  de prefixos J 16ex, J 24ex e J 25ex são do 'Bourbon Amarelo', e a de prefixo J 31, do 'Sumatra'. A seleção C 959 corresponde a uma variação do 'Bourbon Vermelho', sendo as sementes que lhe deram origem provenientes de polinização livre, enquanto as sementes das demais progênies originaram-se de autofecundação artificial. As progênies C 43-18-11, C 43-7-15 e C 43-7-19-13 referem-se a  $S_3$  e  $S_4$  da planta C 43 'Bourbon Vermelho' e o híbrido  $F_1$  H 1883 combina plantas das progênies C 43-18-11 e C 662 do mesmo cultivar. Duas linhas isogênicas do cultivar 'Bourbon Vermelho' foram estudadas neste ensaio. A primeira progênie, C 357-21 Dp, é derivada de sementes autofecundadas de vários ramos enxertados do cafeeiro haplóide C 357-21 de Campinas, que teve seus cromossomos duplicados com colquicina; a outra, de prefixo RP 13 Dp, de Ribeirão Preto, também se derivou de uma planta haplóide, RP 13, na qual se notou uma mutação somática espontânea, com número duplicado de

cromossomos. O híbrido H 1934 corresponde ao  $F_1$  do cruzamento entre diplóides desses dois cafeeiros haplóides, que tiveram duplicado o número de seus cromossomos.

Controlou-se a colheita de café cereja de cada planta, no período 1953 a 1958, e efetuou-se a medição da altura das plantas em 1958.

### 3 — OBSERVAÇÕES REALIZADAS

No trabalho em que se relataram as primeiras informações obtidas neste ensaio, além das observações sobre a altura das plantas e sobre a produção, discutiram-se também os dados relativos aos vários tipos de sementes e ao tamanho ou peneira média dos grãos do tipo chato (2). Os estudos sobre os tipos de sementes não tiveram prosseguimento, não havendo novas informações sobre este particular.

#### 3.1 — ALTURA DAS PLANTAS

A altura dos cafeeiros constitui índice significativo de seu vigor vegetativo, algumas vezes correlacionada com a produção. Os valores médios, calculados em centímetros para as progênies e híbridos, foram os seguintes :

PROGÊNIE OU HÍBRIDO	Altura média cm	PROGÊNIE OU HÍBRIDO	Altura média cm
J 24ex .....	202,2	RP 13 Dp .....	171,0
C 959 .....	202,2	H 1921 .....	166,2
J 16ex .....	190,6	H 1934 .....	164,8
H 1920 .....	190,0	C 357-21 Dp .....	163,0
C 43-7-19-13 .....	188,2	C 167-2 .....	155,2
J 25ex .....	180,2	C 43-7-7-15 .....	149,0
C 43-18-11 .....	173,4	J 31 .....	144,6
H 1883 .....	172,4	C 476-11 .....	136,0

Pelo teste de Duncan, verifica-se que as progênies de maior altura média foram as de prefixos J 24ex e C 959 e que as quatro últimas não diferem entre si. Nota-se que a altura média do híbrido H 1934 (164,8 cm) é intermediária aos pais, sendo quase igual à da linha pura C 357-21 Dp (163,0 cm), porém menor do que a média da linha RP 13 Dp (171,0 cm). As diferenças, todavia, não atingiram o nível de significância.

Para as linhas isogênicas, determinaram-se as variâncias das altu-

ras das plantas de cada canteiro, e, para as repetições, analisando-se também a homogeneidade das variâncias dos canteiros (teste de Bartlett). Os dados obtidos indicam que as variâncias são uniformes. As informações relativas às variâncias e aos coeficientes de variação desse material são as constantes do quadro 1.

QUADRO 1. — Variabilidade da altura das plantas das progênesis isogênicas de cafeeiros, oito anos após o plantio no local definitivo

Progênesis	Altura	Variabilidade	
		s <sup>2</sup>	C.V.
	cm		%
RP 13 Dp .....	171,0	329	10,6
C 357-21 Dp .....	163,0	1 512	23,8
RP 13 Dp x C 357-21 Dp (H 1934)	164,8	725	16,3

### 3.2 — PRODUÇÃO

Os dados apresentados referem-se à produção média de cada item, em quilogramas de café cereja, no período 1953-1958. A distribuição das progênesis, de acordo com a ordem decrescente das produções acumuladas, em média das cinco repetições, é a seguinte:

PROGÊNIE	Produção média 1953/58 kg/cereja	PROGÊNIE	Produção média 1953/58 kg/cereja
J 24ex .....	91,3	J 31ex .....	61,1
C 939 .....	89,0	C 357-21 Dp .....	60,4
J 16ex .....	86,1	C 43-7-19-13 .....	59,1
H 1920 .....	81,2	RP 13 Dp .....	58,4
C 43-18-11 .....	77,4	C 43-7-7-15 .....	57,4
H 1883 .....	75,1	H 1921 .....	49,4
J 25ex .....	75,1	C 476-11 .....	48,5
H 1934 .....	61,8	C 167-2 .....	37,2

O teste de Duncan permite agrupar as três últimas progênesis como as menos produtivas e, as sete primeiras, como as mais produtivas. A produção média do híbrido entre as linhas isogênicas, H 1934 (61,8 kg), mostrou-se pouco maior do que as das progênesis C 357-21 Dp e RP

13 Dp, que corresponderam a 60,4 e 58,4 kg, respectivamente. As diferenças entre as produções do híbrido e das linhas puras não são significativas.

Calculou-se para todos os itens, nos últimos três anos estudados, a variância individual das progênies em cada um dos quatro canteiros. As variâncias dos canteiros das linhas puras, bem como as do híbrido, mostraram-se homogêneas quando comparadas pelo teste de Bartlett. Os dados relativos às produções individuais, às variâncias e aos coeficientes de variação, acham-se no quadro 2.

QUADRO 2. — Valores relativos ao aspecto vegetativo, dados em pontos, e à produção de café cereja e sua variabilidade nas progênies do ensaio EP 1, no período 1953-1958, em Campinas

Progênies	Vigor vegeta- tivo	Produção e Variabilidade		
		Média por planta	s <sup>2</sup>	C. V.
	<i>pontos</i>	<i>kg</i>		<i>%</i>
RP 13 Dp .....	4,6	14,63	20,97	31,3
C 357-21 Dp .....	5,2	15,10	34,12	38,7
Rp 13 Dp x C 357-21 Dp (H 1934)	4,3	15,46	20,69	29,4
J 16ex .....	7,2	21,53	20,12	20,9
J 24ex .....	7,1	22,83	26,17	22,4
J 25ex .....	7,1	18,77	31,31	28,9
J 31 .....	5,2	15,28	30,04	35,9
C 959 .....	8,9	22,25	25,06	22,5
C 167-2 .....	4,4	9,30	10,11	34,2
C 476-11 .....	5,0	12,13	20,15	37,0
H 1920 .....	6,6	20,31	97,17	48,6
H 1921 .....	4,2	12,36	80,19	72,4
C 43-18-11 .....	5,8	18,94	75,26	45,8
C 43-7-7-15 .....	5,0	14,36	31,82	39,3
C 43-7-19-13 .....	5,9	14,78	75,88	58,9
C 43-18-11 x C 662 (H 1883) .....	5,9	18,77	33,40	30,8

Comparando-se a variância ou o coeficiente de variação para as linhas isogênicas, verifica-se que o híbrido entre elas mostrou valores semelhantes aos da progênie RP 13 Dp. Nota-se, também, que as progênies de 'Bourbon Amarelo' de prefixos J 16ex, J 24ex e J 25ex, e a progênie C 959, apresentando produção média mais elevada, mostraram

menor coeficiente de variação, embora as variâncias não difiram estatisticamente.

A variabilidade observada nas progênies de 'Bourbon Vermelho' com três autofecundações C 43-18-11 ou com quatro autofecundações C 43-7-7-15 e C 43-7-19-13, não parece ser afetada pelo grau de autofecundação. Esta informação está de acordo com resultados anteriores (5), demonstrando que as autofecundações sucessivas não têm efeito sobre a variabilidade do café 'Bourbon Vermelho'. Particularmente elevados mostraram-se os coeficientes de variação e as variâncias dos híbridos H 1921 e H 1920, devido à segregação genética e possíveis anomalias cromossômicas, pois trazem em seus genótipos cromossomos de duas espécies geneticamente distintas. Suas variâncias somente não diferem estatisticamente das obtidas para as seleções C 43-18-11 e C 43-7-19-13.

No quadro 2 também são apresentadas as médias de pontos dados ao vigor vegetativo para as progênies. Nota-se boa relação entre vigor avaliado por pontos e capacidade produtiva da progênie.

Para as três linhas isogênicas calcularam-se os valores das variâncias e dos coeficientes de variação entre as plantas de cada canteiro, separadamente para a produção dos anos 1953 a 1958, os quais se encontram no quadro 3.

Verifica-se que o híbrido apresentou coeficiente de variação maior do que os de uma das linhas apenas nos anos 1954, 1955 e 1957. A comparação estatística das variâncias pelo teste de F indica que não diferem entre si e que apenas em 1958 a variância do C 357-21 Dp foi significativamente menor do que a do híbrido e do RP 13 Dp. Considerando-se as oscilações bienais, verifica-se que o híbrido apresentou menores coeficientes de variação no primeiro (26,5%) e no terceiro biênio (38,1%), alcançando valor intermediário aos pais no segundo biênio (45,7%).

#### 4 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

As progênies do presente ensaio já foram analisadas com relação à variabilidade de diversas de suas características, logo após terem dado a terceira produção. Consideraram-se, naquela ocasião, não somente a altura das plantas em viveiro e no local definitivo como a produção total e anual, as quantidades de sementes dos tipos moça e concha e o

QUADRO 3. — Produção média, em quilogramas de café cereja por cafeeiro, variâncias e coeficientes de variações das linhas isogênicas e do híbrido entre elas, por ano e no total das colheitas de 1953 a 1958, no ensaio de progênes EP 1, em Campinas

Progênes	Produção média	s <sup>2</sup>	C.V.
<b>1953</b>	kg		%
C 357-21 Dp .....	1,35	0,87	68,9
RP 13 Dp .....	1,41	0,69	58,9
RP 13 Dp x C 357-21 Dp .....	2,14	0,26	23,3
<b>1954</b>			
C 357-21 Dp .....	3,47	2,12	41,8
RP 13 Dp .....	3,18	2,45	49,0
RP 13 Dp x C 357-21 Dp .....	3,75	2,78	44,2
<b>1955</b>			
C 357-21 Dp .....	3,31	2,01	42,9
RP 13 Dp .....	2,15	1,47	56,5
RP 13 Dp x C 357-21 Dp .....	2,55	1,26	43,9
<b>1956</b>			
C 357-21 Dp .....	1,14	2,06	125,9
RP 13 Dp .....	2,19	3,08	91,8
RP 13 Dp x C 357-21 Dp .....	1,98	2,40	78,3
<b>1957</b>			
C 357-21 Dp .....	5,06	7,26	53,2
RP 13 Dp .....	3,58	9,84	87,4
RP 13 Dp x C 357-21 Dp .....	3,38	6,38	74,6
<b>1958</b>			
C 357-21 Dp .....	0,79	0,63	99,5
RP 13 Dp .....	1,29	2,91	133,3
RP 13 Dp x C 357-21 Dp .....	1,76	1,63	72,2
<b>1953 - 1958</b>			
C 357-21 Dp .....	15,10	34,12	38,7
RP 13 Dp .....	14,63	20,97	31,3
RP 13 Dp x C 357-21 Dp .....	15,46	20,69	29,4

tamanho das sementes do tipo chato, dado pela peneira média, com particular atenção às linhas isogênicas e ao híbrido entre elas.

Os dados referentes à altura das plantas, oito anos após o plantio

no local definitivo, mostraram que as progênies J 24ex e C 959 foram as que atingiram maior altura. Essas mesmas progênies haviam se mostrado as mais altas quando analisadas cinco anos após o plantio. Notou-se que, das duas progênies isogênicas, a de prefixo RP 13 Dp teve altura média pouco maior, enquanto o híbrido entre elas teve média levemente superior à da progênie de menor altura, não apresentando heterose quanto a êste particular. As diferenças não são estatisticamente significativas. As informações coligidas e analisadas após três anos de colheitas (2) mostraram também que a altura do híbrido era intermediária, aproximando-se mais à do menor dos pais, e que a progênie RP 13 Dp apresentava média superior à da linhagem C 357-21 Dp. Quanto à variabilidade dessa característica, verificou-se que o coeficiente de variação do híbrido é intermediário ao das respectivas progênies das plantas que lhe deram origem, não indicando vantagem devido à heterozigose. As variâncias, todavia, podem ser consideradas homogêneas pelo teste de F.

A produtividade mostrou-se mais variável dentro dos canteiros nos anos de 1956, 1957 e 1958 do que nos três anos anteriores, motivo pelo qual são elevados os valores dos coeficientes de variação. Mostraram-se mais produtivas as progênies J 24ex e C 959, as quais também já haviam se destacado após três anos de produção. As produções das linhas isogênicas foram praticamente semelhantes e o híbrido mostrou-se pouco mais produtivo, embora a diferença não seja significativa. Quanto à variabilidade de produção, uma das características mais influenciadas pelo ambiente, não se notaram diferenças muito grandes entre as variâncias. Apenas no ano de 1958 o híbrido e a progênie RP 13 Dp foram estatisticamente mais variáveis que a C 357-21 Dp. Os menores coeficientes de variação foram obtidos para a progênie de polinização aberta C 959 e para as progênies J 16ex, J 24ex e J 25ex, tôdas elas resultantes de flôres autofecundadas artificialmente, embora as diferenças não atinxissem nível de significância na maioria das comparações.

Vários autores, realizando observações desta natureza em progênies de plantas autógamas e dos híbridos entre elas, notaram que a variância dos híbridos, em relação à das progênies, ora é maior, intermediária ou menor, conforme a característica analisada (3, 6). Para o café 'Bourbon Vermelho', verificou-se que a variabilidade na altura e produção do híbrido não difere das variâncias de ambas as linhas isogênicas.

As informações já existentes dão indicações de que no cultivar

'Bourbon Vermelho' a homeostase não parece estar ligada à heterozigose. Se o híbrido apresentasse maior plasticidade, permitindo que os indivíduos se amoldassem melhor às flutuações ambientais, a variabilidade, avaliada pelo coeficiente de variação ou pela variância, deveria ser menor nos anos considerados. A falta de correlação entre a variação e a heterozigose no cafeeiro talvez possa ser explicada considerando o modo de reprodução da espécie. O cafeeiro Arábica, planta praticamente autógama, deve ter evoluído no sentido de combinações gênicas que conferissem capacidade para que a planta sobrevivesse às mais variadas condições climáticas. Os cromossomos que incluíssem as combinações que resultassem em maior poder homeostático, seriam mantidos pela seleção natural. Dados existentes sobre o mesmo assunto em milho, demonstram a presença de combinações gênicas homozigotas que controlam a plasticidade dos indivíduos (1). Deve-se ainda ressaltar o fato de serem os cafeeiros 'Bourbon Vermelho' de São Paulo derivados de apenas algumas plantas introduzidas da África. As populações atuais dêsse cultivar podem ser consideradas como progênies derivadas de poucos cafeeiros com algumas combinações híbridas, desde que a taxa de fecundação cruzada é da ordem de 10% (4). Os genômios das duas linhas isogênicas estudadas podem ter elevado coeficiente de parentesco, embora provenham de localidades diferentes. A possível proximidade dos genômios das plantas analisadas poderia resultar em pequeno número de *loci* em estado heterozigoto no híbrido, o que deveria afetar a correlação entre a heterozigose e a homeostase.

COFFEE BREEDING - XXIII. VARIABILITY IN ISOGENIC LINES OF  
*COFFEA ARABICA*

SUMMARY

Sixteen strains of different cultivars of *Coffea arabica* were evaluated for yielding capacity, vigor and plant height. The data collected after six cumulative harvests have indicated that the high yielding progenies (J 24ex 'Bourbon Amarelo' and C 959 'Bourbon Vermelho') had also better vigor and were taller than the other progenies.

Attention was turned to yield and plant height variability since among the progenies there were two isogenic lines obtained by doubling the chromosomes of two haploid coffee trees and the hybrid between them. Concerning plant height the variability of the hybrid was similar to that of both isogenic parents indicating no relation between heterozygosis for factors controlling plant height and the uniformity of the progenies. The yield variation of the hybrid was found to be higher,

intermediate or lower than the parents depending on the year considered, but the differences between the variances were not statistically significant.

The information so far gathered about genetic variability and homeostasis in coffee indicate that heterozygosity seems not to improve the plasticity of the individuals. Natural selection seems to have maintained in the original population genic combinations which would result in better homeostatic strength. It is also possible that the lines studied are genetically not so distinct and only a few loci would be in heterozygous condition. Additional data are required before deciding about the relation between homeostasis and heterozygosity in *Coffea arabica*.

#### LITERATURA CITADA

1. ADAMS, M. W. & SHANK, D. B. The relationship of heterozygosity to homeostasis in maize hybrids. *Genetics* 44:777-786. 1959.
2. ANTUNES, H. (filho) & CARVALHO, A. Melhoramento do cafeeiro. XII — Variabilidade em linhas puras de café. *Bragantia* 16:[197]-213. 1957.
3. MALINOWSKY, E. Studies on hybrid vigour in *Phaseolus vulgaris* (L) Savi. Part. I. Induk. Abstamm. Vererb. Lehre. 70:96-124. 1935.
4. MONACO, L.C. & CARVALHO, A. Cruzamento natural dentro da cova de café. *Bragantia* 22: XI-XV. 1963.
5. ———. Melhoramento do cafeeiro. XXVI — Produtividade de progênies de café S<sub>0</sub> a 1<sub>4</sub> de 'Bourbon Vermelho' e respectivos híbridos. *Bragantia* 22: [117]-124. 1963.
6. PALMER, T. P. Population and selection studies in a *Triticum* cross. *Heredity* 6:171-185. 1952.