

# BRAGANTIA

Boletim Técnico da Divisão de Experimentação e Pesquisas  
INSTITUTO AGRÔNOMICO

Vol. 10

Campinas, Novembro de 1950

N.º 11

## GENÉTICA DE *COFFEA*

### XIII — HEREDITARIEDADE DO CARACTERÍSTICO *ERECTA* EM *COFFEA ARABICA* L. (1)

A. CARVALHO, engenheiro agrônomo, Secção de Genética, e C. A. KRUG, engenheiro agrônomo, diretor do Instituto Agrônomico de Campinas

#### 1 - INTRODUÇÃO

O cafeeiro *erecta* (*Coffea arabica* L. var. *erecta* Ottoländer), conhecido há muitos anos, foi, ao que parece, encontrado pela primeira vez na ilha de Java. Trata-se de uma variedade bem conhecida e representada nas coleções vivas de cafeeiros de vários países que trabalham com o café (est. 1). É com frequência que se vêem citações a seu respeito. McClelland (5), referindo-se ao *erecta*, considera-o recomendável para a experimentação, por apresentar boas produções, em Pôrto Rico. Ao mesmo tempo, menciona a opinião de Cramer de que o *erecta* deve ter-se originado por mutação, sendo aconselhável seu plantio em regiões expostas a ventos fortes. McClelland ainda menciona a principal diferença entre *erecta* e *typica* (*C. arabica* L. var. *typica* Cramer), que é o hábito de crescimento ereto dos ramos laterais nessa variedade, em consequência do ângulo mais agudo que formam com a haste principal.

Em São Paulo, um exemplar do *erecta* foi encontrado em 1933, em um talhão de café com cêrca de 50 anos, existente na Estação Experimental Central de Campinas. Mais tarde, foram observados exemplares *erecta* na antiga coleção de cafeeiros existentes na propriedade outrora pertencente ao Dr. Luiz Pereira Barreto (Fazenda Cravinhos), em Cravinhos, e em algumas outras fazendas que receberam sementes de Cravinhos. Nas publicações de Luiz Pereira Barreto nenhuma referência foi encontrada sôbre o *erecta*; é possível que o tenha importado ou encontrado em forma de mutação em seus viveiros de café (4).

Os exemplares de *erecta* até hoje estudados em Campinas não o recomendam como variedade comercial, devido à pequena produção e pouca resistência ao *die-back* (morte progressiva dos ramos, a partir da extremidade, após a produção de frutos). O número somático de cromossômios é de  $2n = 44$ , portanto o normal da espécie *Coffea arabica* (4).

(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 - DIMORFISMO DOS RAMOS EM CAFÉ

Como já se mencionou em estudo anterior (1), em certas espécies vegetais, pertencentes aos gêneros *Araucaria*, *Hedera*, *Theobroma*, *Coffea* e outros, observa-se um dimorfismo dos ramos, os quais tomam direções diferentes durante o desenvolvimento.

Em *Coffea*, êsse dimorfismo é bastante acentuado. Os ramos laterais (plagiotrópicos) se comportam de modo diferente dos ramos ponteiros (ortotrópicos), na propagação vegetativa. Enxertando-se ramos ortotrópicos, obtêm-se indivíduos normais. Se fôr, porém, utilizado um ramo plagiotrópico na enxertia, êste, ao se desenvolver, dará somente ramos dessa natureza, e o indivíduo cresce apenas horizontalmente. O dimorfismo dos ramos constitui, assim, um fator limitante na propagação vegetativa do cafeeiro.

A princípio (2, 4), julgou-se que o erecta não apresentava o dimorfismo dos ramos, devido à direção ortotrópica tomada pelos seus ramos laterais. Hoje, sabe-se que tal não se dá. Não é indiferente o uso de ramos laterais ou ponteiros na multiplicação vegetativa do erecta (1) (est. 2-A e B). Quando se emprega na enxertia um ramo lateral do erecta, êste, na verdade, se desenvolve verticalmente; continua, porém, a produzir apenas ramos laterais, não formando uma planta normal.

Assim sendo, os ramos ponteiros e laterais do cafeeiro são somaticamente diferenciados em órgãos distintos da planta. O aparecimento de ramos laterais se dá a partir de um certo estado de desenvolvimento do cafeeiro. Até o momento, não se encontrou caso algum em que uma gema de ramo lateral tenha produzido um ramo pteiro. O mutante descrito no presente trabalho não elimina o dimorfismo dos ramos; apenas altera a direção do crescimento dos ramos normalmente plagiotrópicos.

## 3 - ANÁLISE GENÉTICA

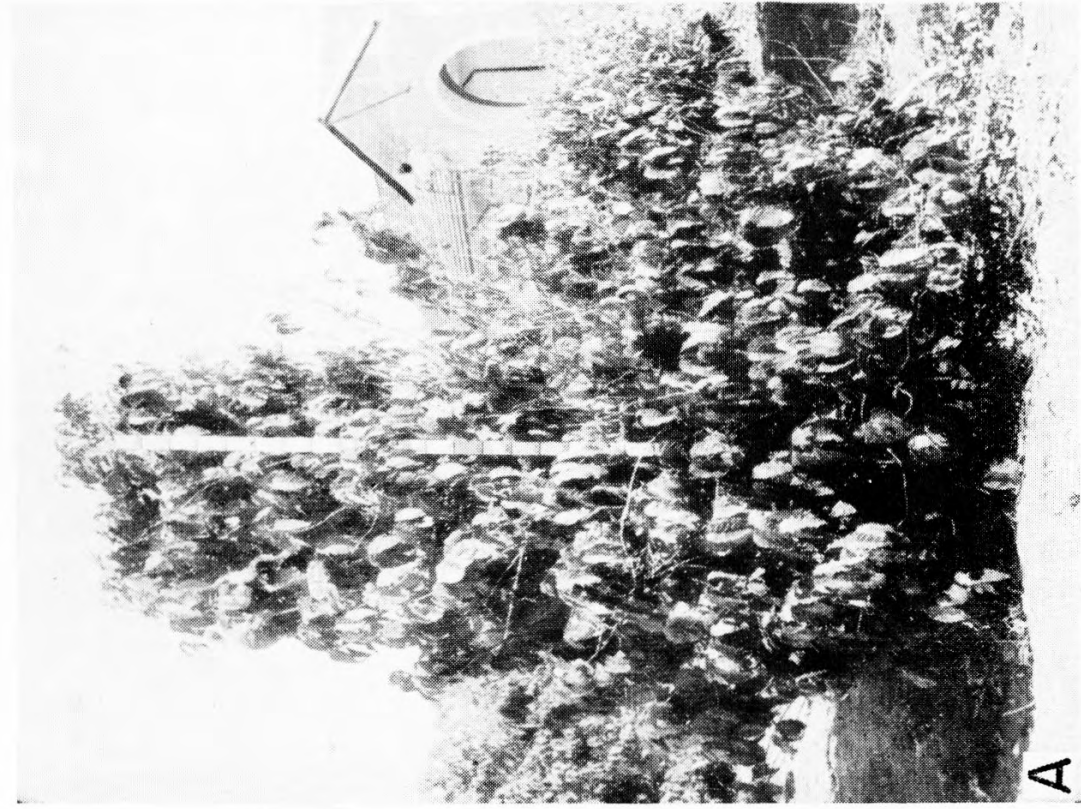
A análise genética do característico erecta começou a ser efetuada em 1933, pela autofecundação artificial do único exemplar existente em Campinas, e que recebeu o número 18, da Seção de Genética. As observações indicaram tratar-se de um cafeeiro híbrido, dando em sua progênie plantas erecta e normal, em proporções aproximadas de 3:1. Êstes e outros resultados preliminares fizeram logo supor ser o característico erecta controlado por um só par de fatores genéticos dominantes (2, 4). A análise genética foi prosseguida no decorrer dêstes anos, usando-se outros cafeeiros erecta da coleção de Campinas e de várias outras procedências. O característico erecta é de fácil reconhecimento, podendo as plantas, no viveiro, ser identificadas, logo após a produção do primeiro par de ramos laterais.

### 3.1 - AUTOFECUNDAÇÃO DE PLANTAS ERECTA

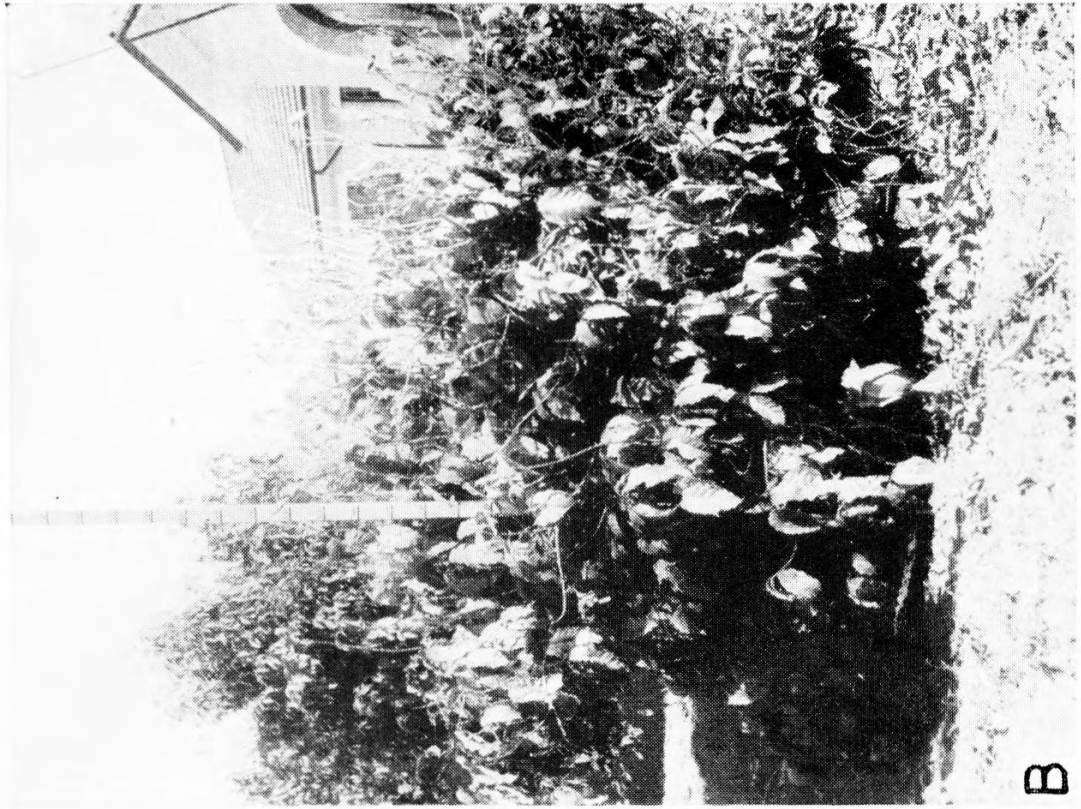
Entre os cafeeiros erecta estudados, uns se mostraram puros para o característico erecta, enquanto outros, de números 501, 502, 624, 625, 628, 630 e RP 16, como a planta 18 e alguns dos seus descendentes, se revelaram



Cafeciro da variedade *erecta*, da coleção da Estação Experimental Central de Campinas.



A



B

Variedade *erecta* enxertada sobre a haste principal do porta-enxerto. A — Enxerto de ramo ponteiro ortotrópico;  
B — enxerto de ramo lateral.

híbridos, aparecendo em suas progênes plantas erecta e normal. Apesar de aquelas plantas representarem híbridos naturais, elas podem ser consideradas como  $F_1$  do cruzamento do erecta com variedades normais de *Coffea arabica*, correspondendo as suas progênes a uma segunda geração ( $F_2$ ).

Na primeira parte do quadro 1, acham-se especificadas as progênes de cafeeiros erecta que não segregaram; na segunda parte, as progênes dos cafeeiros que segregaram plantas erecta e normal. Aproveitaram-se os dados desse segundo grupo de plantas para o cálculo de  $\chi^2$ , na base da segregação de 3 plantas erecta para 1 normal.

QUADRO 1.—Número de cafeeiros dos tipos erecta e normal encontrados nas progênes de plantas erecta, autofecundadas artificialmente

Cafeeiros que não segregaram			Cafeeiros que segregaram			Valores de $\chi^2$
Numeração dos cafeeiros	Núm. de plantas		Numeração dos cafeeiros	Núm. de plantas		
	Erecta	Normal		Erecta	Normal	
18-3 .....	49	0	18 .....	140	42	0,36
500 .....	112	0	18-1 .....	21	7	0,00
500-21 .....	15	0	18-2 .....	3	1	0,09
566 .....	263	0	501 .....	137	48	2,83
626 .....	11	0	502 .....	67	32	2,46
627 .....	28	0	624 .....	6	5	0,48
			625 .....	31	13	0,23
			628 .....	9	4	1,78
			630 .....	7	5	0,01
			RP 16 .....	101	33	
Total .....	478	0	Total .....	522	190	1,08

Limites de  $\chi^2$ : 5% = 3,84; 1% = 6,64.

Os valores de  $\chi^2$  obtidos permitem aceitar a hipótese proposta da segregação de plantas erecta e normal, na relação de 3:1.

### 3.2 - CRUZAMENTOS DE ERECTA COM PLANTAS NORMAIS

Também aqui são considerados em conjunto, no quadro 2, os dados referentes aos cruzamentos de cafeeiros puros e de híbridos naturais para o característico erecta, com plantas normais. Os cruzamentos das plantas híbridas com normais correspondem, na realidade, a *backcrosses* e, a relação esperada, na hipótese de segregação de um só par de fatores genéticos principais, é de uma parte erecta para uma parte normal.

Os resultados da segunda parte do quadro 2 estão, também, de acordo com a hipótese da segregação de um só par de fatores genéticos dominantes.

QUADRO 2.—Número de plantas dos tipos erecta e normal encontradas nos cruzamentos entre cafeeiros da var. *erecta* e outras variedades (1)

Cruz. entre erecta puro e normal			Cruzamentos entre erecta híbrido e normal			
Numeração dos cafeeiros	Núm. de plantas		Numeração dos cafeeiros	Núm. de plantas		Valores de $\chi^2$
	Erecta	Normal		Erecta	Normal	
1 x 500.....	4	0	3 x 18.....	22	23	0,02
10-6 x 500-21.....	8	0	10-19 x 502.....	11	9	0,20
12 x 500-21.....	14	0	18 x 3.....	2	5	1,29
18-1-3 x 566.....	13	0	18 x 12.....	7	7	-----
49 x 500-21.....	12	0	18 x 13.....	3	1	1,00
57 x 500.....	1	0				
132 x 566.....	1	0				
192-1 x 500-21.....	17	0	18 x 16.....	1	0	-----
446 x 500-21.....	4	0	18 x 17.....	10	16	1,38
446-21 x 500-21.....	32	0	18 x 21.....	13	20	1,48
			18 x 24.....	17	8	3,24
485 x 566.....	36	0	21 x 18.....	12	19	1,58
500-21 x H-469-26.....	9	0				
505 x 566.....	67	0				
549 x 566.....	4	0				
554 x 566.....	22	0				
			27 x 502.....	2	0	-----
609 x 500.....	1	0	43-12 x 502.....	6	2	2,00
RP 104 x 500-21.....	27	0	47 x 18.....	5	14	4,26
Total.....	272	0	Total.....	111	124	0,72

Límites de  $\chi^2$ : 5% = 3,84; 1% = 6,64.

(1) Dos cafeeiros que entraram nesses e nos demais cruzamentos, os de números 1, 3, 43-12 e 49 pertencem à var. *bourbon* — *Coffea arabica* L. var. *bourbon* (B. Rodr.) Choussy; os de números 10-6, 10-19, 12 e 47, à var. *typica* — *Coffea arabica* L. var. *typica* Cramer; os de números 21, 57 e 609, à var. *murta* — *Coffea arabica* L. var. *murta* Hort ex Cramer; o de número 132, à var. *laurina* — *Coffea arabica* L. var. *laurina* (Smeathman) DC; os de números 192-1, 446, 446-21 e RP 104, à var. *angustifolia* — *Coffea arabica* L. var. *angustifolia* (Roxb.) Miq.; o de número 485, à var. *cera* — *Coffea arabica* L. var. *cera* K. M. C.; o de número 505, à var. *semperflorens* — *Coffea arabica* L. var. *semperflorens* K. M. C.; o de número 549, à var. *mokka* — *Coffea arabica* L. var. *mokka* Hort. ex Cramer; os de números 13 e 16, à var. *maragogipe* — *Coffea arabica* L. var. *maragogipe* Hort ex Froehner; os de números 24 e 554, à var. *purpurascens* — *Coffea arabica* L. var. *purpurascens* Cramer; o de número 27, à var. *polysperma* — *Coffea arabica* L. var. *polysperma* Burek; e o de número H. 469-27 é uma planta angustifolia, derivada de um híbrido artificial entre duas variedades de *Coffea arabica*. Todas essas variedades apresentam ramificação normal.

### 3.3 - F<sub>2</sub> (ERECTA X NORMAL)

Várias autofecundações artificiais foram realizadas nos híbridos entre erecta e normal, a fim de se prosseguir a análise genética. Os resultados obtidos nessas populações F<sub>2</sub> acham-se no quadro 3. Dêsse quadro também fazem parte alguns descendentes da planta 18, que segregaram plantas erecta e normal.

A análise do quadro 3 confirma, novamente, a hipótese da segregação de um par de fatores genéticos, pois os resultados se enquadram na relação de 3:1.

Algumas plantas normais, que apareceram na descendência do cruzamento da planta 18 com cafeeiros normais, foram autofecundadas, sendo

QUADRO 3.—Número de plantas erecta e normal, obtidas pela autofecundação de plantas  $F_1$ , híbridas para o fator erecta e respectivos valores de  $\chi^2$  obtidos na base de segregação de 3 plantas erecta para 1 normal

Numeração dos cafeeiros	Número de plantas dos tipos		Valores de $\chi^2$
	Erecta	Normal	
(485 x 566)-1 .....	38	12	0,03
(485 x 566)-2 .....	34	10	0,12
(549 x 566)-3 .....	44	19	0,89
(554 x 566)-1 .....	44	15	0,01
(554 x 566)-2 .....	36	10	0,28
(3 x 18)-7 .....	23	10	0,49
(3 x 18)-22 .....	2	1	-----
(3 x 18)-38 .....	27	3	3,60
(18 x 12)-1 .....	8	4	0,44
(18 x 12)-4 .....	21	8	0,10
(18 x 21)-2 .....	7	0	-----
(18 x 21)-3 .....	15	4	0,16
(18 x 21)-12 .....	2	0	-----
(18 x 21)-13 .....	7	2	0,04
(18 x 24)-1 .....	10	3	0,03
(18 x 24)-2 .....	121	44	0,24
(18 x 24)-3 .....	30	15	1,67
(18 x 24)-4 .....	24	5	0,93
(21 x 18)-3 .....	12	3	0,20
(21 x 18)-4 .....	50	15	0,13
(21 x 18)-6 .....	8	2	0,13
(47 x 18)-11 .....	12	5	0,18
Total .....	575	190	0,01

Límites de  $\chi^2$ : 5% = 3,84; 1% = 6,64.

as suas progênes constituídas apenas de plantas normais, como mostra a seguinte relação :

NUMERAÇÃO DOS CAFEEIROS	Número de plantas normais
(3 x 18)-11 .....	6
(3 x 18)-17 .....	4
(3 x 18)-19 .....	5
(3 x 18)-21 .....	6
18-1-3 .....	17
(18 x 3)-5 .....	16
(18 x 12)-10 .....	2
(18 x 21)-15 .....	10
(18 x 21)-29 .....	4
(18 x 21)-30 .....	3
(18 x 21)-32 .....	2
(21 x 18)-22 .....	7
(21 x 18)-27 .....	42
(21 x 18)-30 .....	7
(47 x 18)-19 .....	8
Total .....	139

Nessa relação foi incluída a planta 18-1-3, que também é normal, e descendente, por autofecundação, da planta 18 original. Os seus descendentes são todos normais.

### 3.4 - BACKCROSS (ERECTA X NORMAL) X NORMAL

Os *backcrosses* feitos com plantas normais compreendem um grupo de cafeeiros híbridos, derivados da planta 18, e outro grupo derivado de plantas erecta puras. Os resultados obtidos acham-se no quadro 4.

QUADRO 4.—Número de plantas dos tipos erecta e normal obtidas no *backcross* (erecta x normal) x normal e os valores de  $\chi^2$ , na base de segregação de 1 planta erecta para 1 normal

Numeração dos cafeeiros	Número de cafeeiros		Valores de $\chi^2$
	Erecta	Normal	
<b>HÍBRIDOS DERIVADOS DA PLANTA 18</b>			
(3 x 18)-21 x 18 .....	0	1	-----
(18 x 24)-4 x 24-20 .....	1	0	-----
(18 x 24)-4 x purp. col. 1 .....	2	1	-----
(18 x 24)-5 x 24-20 .....	6	3	1,00
(18 x 24)-5 x 496 .....	1	1	-----
(18 x 24)-5 x 18-1-3 .....	5	1	2,67
<b>HÍBRIDOS DERIVADOS DE PLANTAS ERECTA PURAS</b>			
(485 x 566)-1 x 485 .....	25	31	0,64
(485 x 566)-2 x 485 .....	31	24	0,89
(554 x 566)-1 x 24-20 .....	59	59	-----
(554 x 566)-2 x 24-20 .....	36	27	1,29
Total .....	166	148	1,03

Limites de  $\chi^2$ : 5% = 3,84; 1% = 6,64.

Os valores obtidos se adaptam aos da relação 1:1, esperada na base da segregação de um só par de fatores genéticos.

### 3.5 - BACKCROSSES (ERECTA X NORMAL) X ERECTA

Os cruzamentos de planta erecta híbrida com erecta pura somente produziram plantas erecta, como era esperado. A relação seguinte mostra o número de plantas analisadas :

NUMERAÇÃO DOS CAFEEIROS	Número de plantas erecta
(485 x 566)-1 x 566 .....	17
(485 x 566)-2 x 566 .....	22
(554 x 566)-1 x 566 .....	92
(554 x 566)-2 x 566 .....	39
Total .....	170



## 3.6 - CRUZAMENTOS ENTRE PLANTAS ERECTA DIVERSAS

Dois cruzamentos dessa natureza foram realizados. Do primeiro dêles, entre as plantas puras erecta número 500 e 566, foram obtidas 70 plantas, tôdas do tipo erecta. O segundo cruzamento foi feito entre as plantas 18 e 501, ambas híbridos naturais para erecta, e, das 50 plantas obtidas, 36 se classificaram como do tipo erecta e 14 do tipo normal.

## 4 - DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Prosseguindo com a série de análises genéticas em *Coffea arabica* L., apresentam-se, neste trabalho, os resultados obtidos com o estudo do fator *erecta*.

Trata-se de uma mutação que provàvelmente apareceu em Java e que de lá foi enviada a vários outros países que cultivam o cafeeiro. Não se sabe se as plantas erecta encontradas em São Paulo, e que constituem objeto do presente trabalho, representam mutação independente, ou se correspondem à mesma mutação encontrada em Java e trazida para cá.

A análise compreende o estudo de um número elevado de plantas, e vem sendo realizada desde 1933. Trata-se de um caraterístico fàcilmente reconhecível em plantas novas.

O exame das populações  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  e dos vários *backcrosses* indicam serem os caraterísticos do erecta, das plantas examinadas, controlados por um par de fatôres genéticos principais, com dominância em  $F_1$ . Consoante já se propôs no Oitavo Congresso Internacional de Genética, o símbolo escolhido para êste fator é *Er er*, e corresponde à abreviação da palavra *erecta* (3).

Não se dispõe ainda de dados suficientes para afirmar que tôdas as plantas analisadas sejam portadoras do mesmo fator genético *erecta*, pelo fato de se tratar de um caraterístico dominante. Os trabalhos em andamento deverão, em breve, esclarecer esta questão.

De todos os fatôres em estudo no café, o erecta é que apresenta a mais completa dominância. As plantas puras (*Er Er*) podem ser separadas das híbridas para o erecta (*Er er*), sòmente pelo estudo de suas progênies. Enquanto vários outros fatôres genéticos em estudo no cafeeiro, tais como *anomala*, *maragogipe* e outros, apresentam acentuado efeito pleiotrópico, o mesmo já não se dá com o erecta. Esta mutação aparentemente afeta apenas os ramos laterais do cafeeiro, modificando a direção do seu desenvolvimento. Tôdas as plantas portadoras do fator *erecta* são uniformemente erectas. Pode-se dizer, pois, que o fator erecta tem uma penetrância completa e uma constante expressividade, o que não tem sido observado em relação a vários outros fatôres genéticos em estudos, no cafeeiro.

## SUMMARY

In the present paper the authors present the results of a genetic study concerning the erecta type of growth of the lateral branches of *Coffea arabica* L. The erecta mutant, which probably originated in Java, differs from normal coffee plants by having upright

growing lateral branches instead of plagiotropic ones. However, in spite of the fact that both, the main shoot and the lateral branches grow in the same direction, the dimorphic nature of the branches still persists.

The genetic studies carried out since 1933, which included the study of progenies of  $F_1$ ,  $F_2$  generations and backcrosses, have revealed that the erecta character is conditioned by one pair of dominant genes *Er Er*. It is not yet known whether all erecta plants, of different origins, have the same dominant gene, but investigations already in progress are expected to yield information on this matter.

Of all genes so far studied in *C. arabica*, *Er* is the most completely dominant, the heterozygote being indistinguishable from the homozygote. The erecta gene has been found to show complete penetrance and a constant expressivity.

#### LITERATURA CITADA

1. **Carvalho, A., C. A. Krug e J. E. T. Mendes.** O dimorfismo dos ramos em *Coffea arabica* L. *Bragantia* 10 : 151-159, est. 1-4. 1950.
2. **Krug, C. A.** Genética de *Coffea* — Boletim Técnico do Instituto Agronômico de Campinas 26 : 1-39. 1936.
3. **Krug, C. A. e A. Carvalho.** The Genetics of *Coffea*. Proceedings of the eighth international congress of genetics. *Hereditas*, Supplementary volume : 611-612. 1949.
4. **Krug, C. A., J. E. T. Mendes e A. Carvalho.** Taxonomia de *Coffea arabica* L. Boletim Técnico do Instituto Agronômico de Campinas 62 : 1-57, est. 1-58. 1939.
5. **Mc Clelland, T. B.** Coffee varieties in Porto Rico. *Bul. Porto Rico Agric. Exp. Sta. (Mayaguez)* 30 : 1-27, est. 1-9. 1924.