

BRAGANTIA

Boletim Técnico da Divisão de Experimentação e Pesquisas
INSTITUTO AGRONÔMICO

Vol. 2

Campinas, Junho de 1942

N.º 6

GENÉTICA DE COFFEA

V — HEREDITARIEDADE DA COLORAÇÃO BRONZEADA DAS FOLHAS NOVAS DE *COFFEA ARABICA* L.

C. A. Krug

e

Alcides Carvalho

I — VARIABILIDADE DA COLORAÇÃO DAS FOLHAS NOVAS EM *Coffea arabica* L.

Desde o início dos nossos trabalhos sobre a taxonomia, a genética e o melhoramento do cafeeiro (*C. arabica* L), temos realizado investigações sobre a variabilidade da cor das suas folhas novas; nas pesquisas taxonômicas, porque este caráter contribue para a identificação de algumas das principais variedades econômicas (5); nas análises genéticas, porque estamos empenhados na elucidação do seu mecanismo hereditário e, finalmente, no melhoramento do cafeeiro, porque a constância ou variabilidade deste característico nas progênies e híbridos constitui, até certo ponto, um índice da composição genética dos seus ascendentes imediatos. São quatro as cores das folhas novas, em geral, facilmente reconhecíveis na espécie arábica: *verde*, *bronze escuro*, *bronze claro* e *arroxeado*.

No primeiro caso, as folhinhas são, a princípio, verdes muito claras, tornando-se gradativamente verdes mais escuras à medida que se desenvolvem; o verde mais intenso é encontrado nas folhas completamente desenvolvidas. Em algumas variedades, particularmente no *mokka* e no *laurina*, as folhas novas, às vezes, se apresentam com uma coloração verde amarelada. A coloração verde é típica das seguintes variedades: *C. arabica* L var. *bourbon* (B. Rodr.) Choussy, var. *mokka* Hort. ex Cramer, var. *laurina* (Smeathman) D. C., var. *murta* Hort. ex Cramer e var. *semperflorens* Krug et al.

A cor *bronze escura* se manifesta da seguinte maneira: as folhinhas, logo que são perceptíveis a olho nu, se apresentam verdes, quase completamente desprovidas de coloração bronzeada; à medida, porém, que aumentam de tamanho, elas se colorem gradativamente de bronze pela síntese de antocianina; após chegar a um máximo de intensidade, esta cor, aos poucos, novamente desaparece, resultando daí uma folha madura verde escura, sem vestígio sequer da tonalidade bronzeada. Considerável variabilidade se encontra na expressão máxima desta coloração nas folhas novas; em parte, esta é devido à variação da intensidade da luz à qual estão expostas e por outro ela é causada pelas diferenças da constituição genética das plantas, assunto que será discutido mais adiante. Não existe também correlação entre o tamanho das folhas novas e o grau máximo de intensidade da cor bronzeada; este, às vezes, se manifesta quando as folhas ainda são bem pequenas, e outras vezes quando já atingiram alguns centímetros de comprimento. O tamanho da folha completamente formada, que é diferente de variedade para variedade, também influe decisivamente sobre o período em que a cor bronzeada se manifesta com o máximo de intensidade. Esta coloração é típica das seguintes variedades: *C. arabica* L. var. *typica* Cramer (Nacional); var. *maragogipe* Hort. ex Froehner e var. *typica* Cramer forma *xanthocarpa* (Caminhoá) Krug (Amarelo de Botucatú) além de ser comumente encontrada em algumas outras variedades e formas desta espécie.

A coloração *bronze clara* se manifesta de maneira semelhante à anterior; apenas a sua expressão máxima é de uma tonalidade mais clara do que aquela. Consideráveis dificuldades se encontram muitas vezes na distinção entre o *bronze escuro* e o *bronze claro* devido à variabilidade constatada na sua manifestação. A cor bronze-clara não é típica de variedade alguma de *C. arabica*.

Finalmente, temos a cor arroxeadada das folhas novas característica da variedade *purpurascens*, que se destaca claramente das duas modalidades de bronze atrás descritas. Também aqui a cor arroxeadada se vai intensificando, à medida que as folhinhas crescem; chega a um máximo de intensidade para depois aparecer apenas diluída nas folhas maduras.

II — ANÁLISE GENÉTICA DAS COLORAÇÕES VERDE, BRONZE ESCURO E BRONZE CLARO

Deixando para uma outra publicação a análise genética da cor arroxeadada, trataremos no presente artigo da hereditariedade das colorações *verde*, *bronze escuro* e *bronze claro*. Antes de apresentarmos os detalhes desta análise, vejamos o que existe na literatura sobre este característico. Em trabalhos anteriores (2 e 4) adiantou-se que a cor bronzeada é incompletamente dominante sobre o verde; as plantas híbridas, bronze-claras, segregaram em suas progênies plantas com folhas novas *verdes*, *bronze claras* e *bronze escuras*; à vista destes resultados apresentou-se a hipótese de que este característico é controlado por apenas

um par de fatores genéticos. Stoffels (8) é de opinião que as plantas com folhas novas bronzeadas (*BB*) possuem maior amplitude de adaptação, sendo também menos suscetíveis ao *die-back*, ao *black tip* e à superprodução, do que o tipo de folhas verde-claras. A maioria das plantas estudadas por Stoffels lhe pareceram homozigotas para esta cor; algumas, entretanto, segregaram em suas progênes, supondo ele obter uma relação monohíbrida para os caracteres *BB* (bronze) e *BV* (verde); não esclareceu, entretanto, qual das cores era dominante sobre a outra; não tendo trabalhado com sementes de flores autofecundadas, concluiu que o alelomorfo introduzido no híbrido pelo lado materno, quase sempre parecia acusar dominância. Narasimha Swamy (7) publicou os resultados das suas investigações sobre a hereditariedade da cor das folhas novas e dos frutos maduros em *Coffea arabica* L. No primeiro caso ele distingue as cores *copper*, *brown* e *light green*, portanto, respectivamente, *cobre*, *marrom* e *verde claro*. Os resultados apresentados não são completos e não permitem identificar com segurança as suas classificações com as nossas. Conclue também que a cor do pericarpo é ligada à das folhas novas; assim afirma que frutos vermelhos só são produzidos em plantas com folhas novas cor de *cobre* ou *marrom*, os amarelos desenvolvendo-se apenas nos indivíduos de folhas novas *verde-claras*. No Capítulo III voltaremos ao assunto.

À seguir, apresentamos os resultados das nossas investigações realizadas na Estação Experimental Central do Instituto Agrônomo, em Campinas, a partir de 1933. Iniciamos os trabalhos pela organização de uma coleção de tipos que foi provisoriamente classificada em 3 grupos: *verde*, *bronze escuro* e *bronze claro*. Nos quadros que se seguem incluímos os resultados principais das autofecundações e hibridações realizadas nestes 3 tipos, acrescidos por um número considerável de dados obtidos em análises de outros caracteres, os quais, por coincidência, também contribuíram para esclarecer a hereditariedade da cor das folhas novas; incluímos também, em vários quadros, dados derivados do nosso projeto de melhoramento do cafeeiro.

1) Autofecundação do tipo "verde"

No quadro I apresentamos 32 progênes de plantas *verdes* que forneceram um total de 5336 plantas, todas com folhas novas *verdes*; note-se que em alguns casos foram estudadas duas gerações seguidas da mesma planta; (por ex.: progênes da planta 2 e progênes das suas filhas 2-3, 2-5 e 2-10, etc.).

QUADRO I
AUTOFECUNDAÇÃO DO TIPO VERDE

VARIEDADE	Planta N.º	Número de plantas todas <i>verdes</i> , por progênes
<i>bourbon</i>	1	418
"	2	396
"	2 - 3	165
"	- 5	110
"	- 10	121
"	3 - 3	159
"	6	368
"	6 - 5	131
"	- 19	375
"	7	313
"	7 - 4	143
"	- 10	121
"	8	359
"	8 - 3	85
"	- 17	109
"	45	357
"	45 - 12	133
"	- 15	100
"	- 16	113
"	46	308
"	46 - 16	80
"	- 20	94
<i>columnaris</i>	444	136
"	445	147
<i>erecta</i>	18	178
<i>laurina</i>	32	79
"	33	41
<i>maragogipe</i>	15 - 11	23
"	- 23	7
<i>mokka</i>	34	125
<i>murta</i>	21 - 68	23
"	- 90	19
	Total	5336

2) F₁ e F₂ de verde x verde

Ao mesmo tempo que se autofecundaram plantas do tipo *verde* realizaram-se 8 cruzamentos entre 8 indivíduos deste tipo, obtendo-se apenas plantas idênticas aos seus ascendentes:

QUADRO II
F¹ VERDE x VERDE

VARIETADES	Plantas N.ºs	Número de híbridos, todos <i>verdes</i>
<i>bourbon x bourbon</i>	1 x 8	23
idem	2 x 8	16
idem	6 x 1	37
idem	6 x 8	47
idem	8 x 2	4
idem	8 x 45	21
<i>bourbon x laurina</i>	46 x 32	6
idem	52 x 32	2
	Total	156

Quando estas plantas híbridas floresceram, procedeu-se à autofecundação de 2 destes indivíduos que, novamente, só forneceram nas suas progênes plantas de tipo verde :

QUADRO III
F² VERDE x VERDE

Planta N.º	Número de plantas, todas <i>verdes</i>
(6 x 8) — 2	145
— 4	144
Total	289

3) Autofecundação do tipo *bronze escuro*

No quadro IV apresentamos os resultados obtidos com as progênes que se revelaram uniformes na expressão da cor bronzeada das folhas novas, tendo sido todas classificadas na categoria de *bronze escuras*, a-pesar-de se notarem algumas diferenças na manifestação máxima da cor entre alguns grupos de progênes. Também aqui foram estudadas, em vários casos, duas gerações seguidas. Destacam-se, como produtoras de folhas novas de um bronze extremamente escuro, as plantas n.ºs 47 e 49 e suas respectivas progênes.

As 53 progênes apresentadas no quadro IV não segregaram, portanto, para a cor das folhas, fornecendo um total de 5684 plantas, todas classificadas na categoria de *bronze escuras*.

QUADRO IV
AUTOFECUNDAÇÃO DO TIPO *BRONZE ESCURO*

VARIEDADE	Planta N.º	Número de plantas, todas <i>bronze escuras</i> , por progênie
<i>angustifolia</i>	446	94
<i>anomala</i>	19	5
<i>bourbon</i> (?)	4	380
" "	4 — 1	51
" "	— 5	128
" "	— 6	75
" "	43	106
" "	43 — 7	124
" "	— 18	140
" "	44 — 1	44
" "	47	208
" "	47 — 4	139
" "	— 5	128
" "	— 18	119
" "	49	207
<i>goiaba</i>	29	42
" "	30	5
" "	31	35
<i>maragogipe</i>	15 — 6	132
" "	— 21	145
" "	51	63
" "	180	104
" "	16	56
<i>maragogipe xanthocarpa</i>	13	52
" "	13 — 1	139
" "	58	120
" "	59	100
<i>murta</i>	57	51
<i>polysperma</i>	26	126
<i>typica</i>	10	226
" "	11	48
" "	10 — 18	79
" "	— 20	103
" "	12	335
" "	12 — 1	125
" "	— 9	129
" "	— 10	116
<i>typica xanthocarpa</i>	38	146
" "	39	237
" "	40	239
" "	41	140
híbridos diversos	54	22
" "	54 — 18	74
" "	— 19	64
" "	— 20	21
" "	78	25
" "	79	97
" "	81	142
" "	82	44
" "	83	29
" "	119	48
" "	121	16
" "	122	41
Total		5684

4) F_1 e F_2 de *bronze escuro* x *bronze escuro*

29 cruzamentos diversos entre plantas cujas progênies se mostraram uniformes, quanto à cor bronzeada das folhas novas, forneceram lotes híbridos que, a-pesar-de pequenas variações, se mostraram homogêneos com relação a este carater. Híbridos entre tipos extremos de bronze se mostraram mais ou menos intermediários ou com tendência para o tipo mais escuro; examinaram-se ao todo 467 plantas híbridas que constam no quadro V.

QUADRO V

 F_1 BRONZE ESCURO x BRONZE ESCURO

VARIETADE	Planta N.º	Número de híbridos, todos <i>bronze escuros</i>
<i>anomala</i> x <i>typica</i>	19 x 12	2
<i>bourbon</i> (?) x <i>bourbon</i> (?)	47 x 49	57
<i>bourbon</i> (?) x <i>maragogipe</i>	49 x 14	31
idem	49 x 16	17
<i>bourbon</i> (?) x <i>maragogipe xanthocarpa</i>	49 x 58	26
<i>maragogipe</i> x <i>bourbon</i> (?)	16 x 47	17
idem	16 x 49	16
<i>maragogipe</i> x <i>maragogipe xanthocarpa</i>	14 x 13	8
idem	16 x 13	15
<i>maragogipe</i> x <i>typica</i>	14 x 10	8
idem	14 x 12	1
<i>maragogipe</i> x <i>typica xanthocarpa</i>	14 x 40	7
<i>maragogipe xanthocarpa</i> x <i>maragogipe</i>	59 x 16	27
<i>maragogipe xanthocarpa</i> x <i>typica</i>	13 x 10	9
idem	13 x 12	6
<i>maragogipe xanthocarpa</i> x <i>typica xanthocarpa</i>	13 x 41	2
idem	59 x 41	8
<i>murta</i> x <i>calycanthema</i>	57 x P.350	24
<i>polysperma</i> x <i>typica</i>	25 x 10	11
idem	25 x 12	2
idem	26 x 12	3
<i>typica</i> x <i>maragogipe xanthocarpa</i>	11 x 58	27
<i>typica</i> x <i>typica xanthocarpa</i>	10 x 40	21
idem	12 x 38	19
idem	12 x 40	22
<i>typica xanthocarpa</i> x <i>typica</i>	38 x 11	27
idem	40 x 10	25
idem	42 x 10	13
<i>híbrido</i> x <i>maragogipe</i>	54 x 16	16
	Total	467

Durante as floradas destes híbridos autofecundaram-se algumas plantas que, por sua vez, forneceram progênies constituídas apenas por plantas *bronze-escuras*.

QUADRO VI

F₂ DE *BRONZE ESCURO* x *BRONZE ESCURO*

VARIEDADE	Planta N.º	Número de plantas, todas <i>bronze escuras</i> , por progênie
<i>anomala</i> x <i>typica</i>	(19 x 12) — 1	3
idem	— 2	11
<i>murta</i> x <i>calycanthema</i>	(57 x P.350) — 15	4
<i>polysperma</i> x <i>typica</i>	(25 x 12) — 2	42
idem	(26 x 12) — 2	25
idem	— 3	35
<i>typica</i> x <i>typica xanthocarpa</i>	(10 x 40) — 2	21
idem	— 8	14
	Total	155

5) Autofecundação do tipo *bronze-claro*

No quadro seguinte agrupamos os resultados das observações feitas em progênies de plantas de brotos bronzeados que segregaram distintamente em três classes: *verde*, *bronze-claro* e *bronze-escuro*. Como em média estas plantas autofecundadas possuíam folhas novas de coloração mais clara do que as que forneceram progênies uniformemente bronzeadas, resolveu-se classificá-las na categoria de *bronze-claras*.

QUADRO VII
AUTOFEUNDAÇÃO DO TIPO *BRONZE-CLARO*

VARIEDADE	Planta N.º	NÚMERO DE PLANTAS POR PROGÊNIE			
		Total	<i>Bronze escuro</i>	<i>Bronze claro</i>	<i>Verde</i>
<i>bourbon</i> (?)	3 — 1	151	22	79	50
<i>erecta</i>	RP 16	93	23	45	25
<i>maragogipe</i>	15	50	12	24	14
"	15 — 16	169	36	94	39
"	— 22	3	1	1	1
"	— 24	241	65	109	67
"	221	200	56	103	41
"	240	142	35	73	34
"	244	163	37	89	37
"	248	44	10	19	15
"	257	100	27	43	30
"	259	61	13	31	17
"	274	289	52	165	72
"	315	123	37	65	21
"	344	225	48	122	55
híbridos diversos	86	101	18	59	24
" "	87	47	12	26	9
" "	92	49	10	28	11
" "	97	80	19	39	22
" "	104	14	2	7	5
" "	48	56	8	32	16
		2401	543	1253	605

χ^2 — teste

F. obs.	F. esp. (1:2:1)	F. obs. - F. esp.	(F. obs. - F. esp.) ²	(F. obs. - F. esp.) / F. esp.
543	600,25	— 57,25	3277,56	5,46
1253	1200,50	52,50	2756,25	2,30
605	600,25	4,75	22,56	0,04
2401	2401,00	0	—	7,80

Como os limites da tabela de χ^2 (1) são de 6,0 e 9,2, respectivamente para os limites 5% e 1%, pode-se concluir que os desvios encontrados se acham dentro de limites razoáveis, tomando-se por base de comparação a relação: 1 bronze escuro : 2 bronze claro : 1 verde. O excesso verificado na classe *bronze-claro* se deve, provavelmente, a enganos na classificação, causados pela dificuldade de se separarem os tipos *bronze escuro* e *bronze claro*. Reunindo-se, porém, os dois grupos de *bronze* e comparando-se os dados observados com os esperados à base da relação 3:1, o valor de χ^2 fica reduzido a 0,05, enquanto os limites da tabela são de, respectivamente, 3,8 a 6,6 (5% e 1%), o que indica que os desvios observados são insignificantes.

χ^2 — teste

F. obs.	F. esp.	F. obs. - F. esp.	(F. obs. - F. esp.) ²	(F. obs. - F. esp.) ²
				F. esp.
1796	1800,75	- 4,75	22,56	0,01
605	600,25	4,75	22,56	0,04
2401	2401,00	0	—	0,05

6) F_1 e F_2 de verde x bronze escuro

Com a finalidade de confirmar os dados contidos nos quadros I a V, apresentamos a seguir os resultados obtidos dos cruzamentos entre plantas tipicamente *verdes* e *bronze escuras*; como se deduz dos quadros VIII e IX, todos os lotes híbridos F_1 se mostraram uniformemente de coloração *bronze-clara*, segregando todos aqueles que foram novamente autofecundados, em F_2 , nas classes já conhecidas de *verde*, *bronze clara* e *bronze escura*.

QUADRO VIII

F1 de VERDE x BRONZE-ESCURO

VARIÉDADE	Planta N.º	Número de híbridos, todos <i>bronze claros</i>
<i>anomala</i> x <i>bourbon</i>	19 x 1	17
<i>bourbon</i> (?) x <i>bourbon</i>	47 x 1	19
idem	47 x 2	4
idem	49 x 45	28
<i>bourbon</i> x <i>bourbon</i> (?)	45 x 47	29
<i>bourbon</i> (?) x <i>erecta</i>	47 x 18	19
<i>bourbon</i> (?) x <i>laurina</i>	47 x 32	23
idem	49 x 32	14
idem	49 x 33	56
<i>bourbon</i> x <i>maragogipe</i>	1 x 16	75
idem	2 x 14	35
<i>bourbon</i> x <i>maragogipe xanthocarpa</i>	1 x 58	34
<i>bourbon</i> x <i>polysperma</i>	45 x 25	27
<i>bourbon</i> x <i>typica</i>	7 x 12	5
<i>bourbon</i> x <i>typica xanthocarpa</i>	1 x 40	83
<i>erecta</i> x <i>maragogipe</i>	18 x 16	1
<i>erecta</i> x <i>maragogipe xanthocarpa</i>	18 x 13	4
<i>laurina</i> x <i>bourbon</i> (?)	32 x 47	11
idem	32 x 49	33
idem	33 x 49	14
<i>laurina</i> x <i>maragogipe xanthocarpa</i>	33 x 59	1
<i>laurina</i> x <i>typica</i>	33 x 11	6
idem	32 x 12	13
<i>maragogipe</i> x <i>bourbon</i>	16 x 2	12
<i>maragogipe</i> x <i>laurina</i>	16 x 32	5
<i>maragogipe</i> x <i>mokka</i>	16 x 34	7
<i>maragogipe xanthocarpa</i> x <i>bourbon</i>	13 x 1	1
idem	58 x 1	20
<i>maragogipe xanthocarpa</i> x <i>laurina</i>	13 x 32	8
idem	59 x 33	24
<i>maragogipe xanthocarpa</i> x <i>mokka</i>	58 x 34	25
idem	59 x 34	10
<i>mokka</i> x <i>maragogipe</i>	34 x 16	3
<i>murta</i> x <i>bourbon</i>	57 x 367	7
<i>murta</i> x <i>typica</i>	22 x 11	2
<i>polysperma</i> x <i>bourbon</i>	25 x 2	4
idem	26 x 1	6
idem	26 x 2	1
<i>typica</i> x <i>laurina</i>	10 x 32	28
idem	10 x 33	17
idem	11 x 32	24
idem	12 x 32	95
Total		850

Todas as plantas híbridas acima mencionadas, num total de 850, se apresentaram, pois, de coloração *bronze-clara*.

QUADRO IX

F₂ DE VERDE x BRONZE ESCURO

Híbridos F ₁ N.ºs	NÚMERO DE PLANTAS POR PROGÊNIE (F ₂)			
	Total	Bronze escuro	Bronze claro	Verde
(13 x 32) — 5	229	43	117	69
(32 x 47) — 1	97	21	56	20
— 8	270	64	141	65
(32 x 49) — 3	127	28	69	30
(45 x 47) — 3	71	11	39	21
— 6	115	33	51	31
(47 x 1) — 1	147	35	79	33
— 4	141	28	79	34
— 7	158	29	85	44
(47 x 32) — 1	209	39	114	56
— 7	205	46	107	52
— 12	185	46	92	47
— 13	63	16	29	18
(49 x 32) — 7	240	63	117	60
	2257	502	1175	580

 χ^2 — teste

F. obs.	F. esp. (1:2:1)	F. obs. - F. esp.	(F. obs. - F. esp.) ²	(F. obs. - F. esp.) ² F. esp.
502	564,25	- 62,25	3875,06	6,87
1175	1128,50	46,50	2162,25	1,92
580	564,25	15,75	248,06	0,44
2257	2257,00	0	—	9,23

Nota-se, pois, também aqui um excesso de indivíduos na classe *bronze-clara*; os desvios encontrados são um tanto elevados, comparando-se os dados observados com os esperados à razão de 1:2:1 (χ^2 da tabela para 1% é de 9,2, por coincidência, idêntico ao calculado). Juntando-se também aqui as duas classes *bronze*, χ^2 fica reduzido a apenas 0,59, sendo o valor respectivo da tabela de 6,6 (1%), o que demonstra que os dados observados se adaptam perfeitamente à relação 3:1.

χ^2 — teste

F. obs.	F. esp. (3:1)	F. obs. - F. esp.	(F. obs. - F. esp.) ²	(F. obs. - F. esp.) ²
				F. esp.
1677	1692,75	- 15,75	248,06	0,15
580	564,25	15,75	248,06	0,44
2257	2257,00	0		0,59

T) *Back cross* de F₁ (*verde* x *bronze escuro*) com *verde* e com *bronze escuro*

A-pesar dos dados acima mencionados não deixarem mais dúvida sobre o mecanismo hereditário dos caracteres em questão, realizou-se ainda o *back-cross* dos híbridos F₁, tanto com o *verde* como com o *bronze escuro*; para tais cruzamentos foram utilizadas algumas plantas da nossa coleção (n.ºs 15, 21, 44, 48 e 92) cujas progênes haviam revelado a sua constituição híbrida com relação ao carater em estudo.

QUADRO X

BACK-CROSS DE F₁ (VERDE x BRONZE ESCURO) COM VERDE

<i>Back-cross</i>	Total	NÚMERO DE PLANTAS POR <i>back-cross</i>	
		<i>Bronze claro</i>	<i>Verde</i>
(32 x 11) — 4 x 32	23	12	11
(32 x 11) — 9 x 32	28	14	14
(47 x 32) — 1 x 32	7	2	5
(19 x 1) — 8 x 1	4	2	2
(19 x 1) — 12 x 1	27	16	11
1 x 15	45	23	22
15 x 1	14	7	7
15 x 2	4	3	1
15 x 33	3	1	2
48 x 32	11	6	5
21 x 18	30	13	17
18 x 21	34	16	18
22 x 15	2	1	1
34 x 15	8	3	5
Total	240	119	121

Nota: Os números em grifo correspondem às plantas do tipo "verde".

χ^2 — teste

F. obs.	F. esp. (1:1)	F. obs. - F. esp.	(F. obs. - F. esp.) ²	(F. obs. - F. esp.) ²
				F. esp.
119	120	1	1	0.008
121	120	- 1	1	0.008
240	240	0	-	0.016

Limites de χ^2 — $\left\{ \begin{array}{l} 5\% : 3.8 \\ 1\% : 6.6 \end{array} \right.$

QUADRO XI

BACK-CROSS DE F₁ (VERDE x BRONZE ESCURO) COM BRONZE ESCURO

<i>Back-cross</i>	Total	<i>Bronze escuro</i>	<i>Bronze claro</i>
21 x 30	26	12	14
21 x 41	21	8	13
41 x 21	17	9	8
30 x 21	9	2	7
44 x 40	15	8	7
15 x 47	18	12	6
54 x 15	2	1	1
14 x 15	4	3	1
92 x 12	65	30	35
21 x 12	17	10	7
Total	194	95	99

 χ^2 — teste

F. obs.	F. esp. (1:1)	F. obs. - F. esp.	(F. obs. - F. esp.) ²	(F. obs. - F. esp.) ²
				F. esp.
95	97	- 2	4	0.041
99	97	2	4	0.041
194	194	0	-	0.082

Limites de χ^2 — $\left\{ \begin{array}{l} 5\% : 3.8 \\ 1\% : 6.6 \end{array} \right.$

Os dados obtidos com estes dois *back-crosses* se adaptam, pois, perfeitamente, à relação esperada de 1:1.

III — DISCUSSÃO

Os resultados acima apresentados não deixam dúvida sobre o mecanismo hereditário determinante das cores *verde*, *bronze escuro* e *bronze claro* em *Coffea arabica* L. Controla estas cores um único par de fatores genéticos principais, para o qual propomos o símbolo *Br-br*, de acordo com a sugestão anterior (4); resolveu-se considerar o bronze escuro como sendo de constituição duplamente dominante, *Br Br*, o verde sendo duplamente recessivo *br br* e o bronze claro representando a forma heterozigota *Br br*. O bronze escuro é, pois, incompletamente dominante sobre o *verde*.

As variações na expressão máxima da cor das folhas novas nos tipos homozigotos (*Br Br*) de *bronze escuro* devem ser atribuídas a fatores genéticos modificadores que intensificam ou diluem a ação daquele par de gens principais.

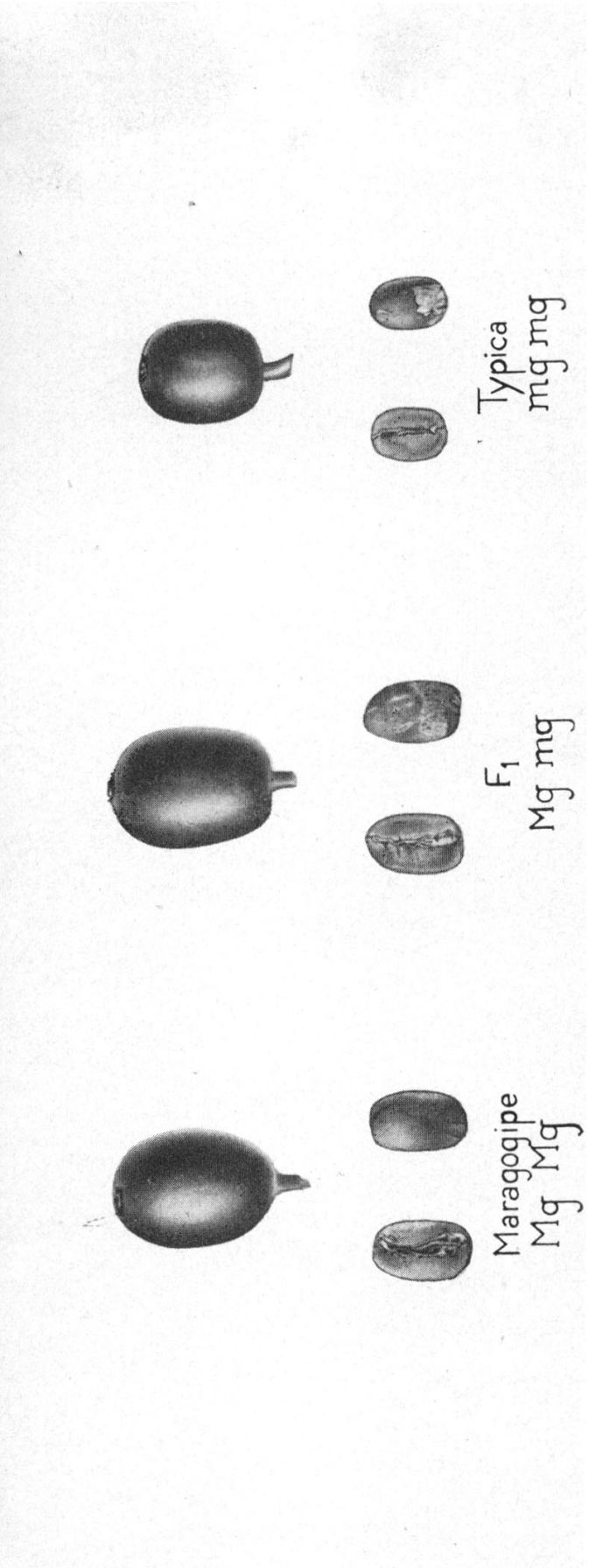
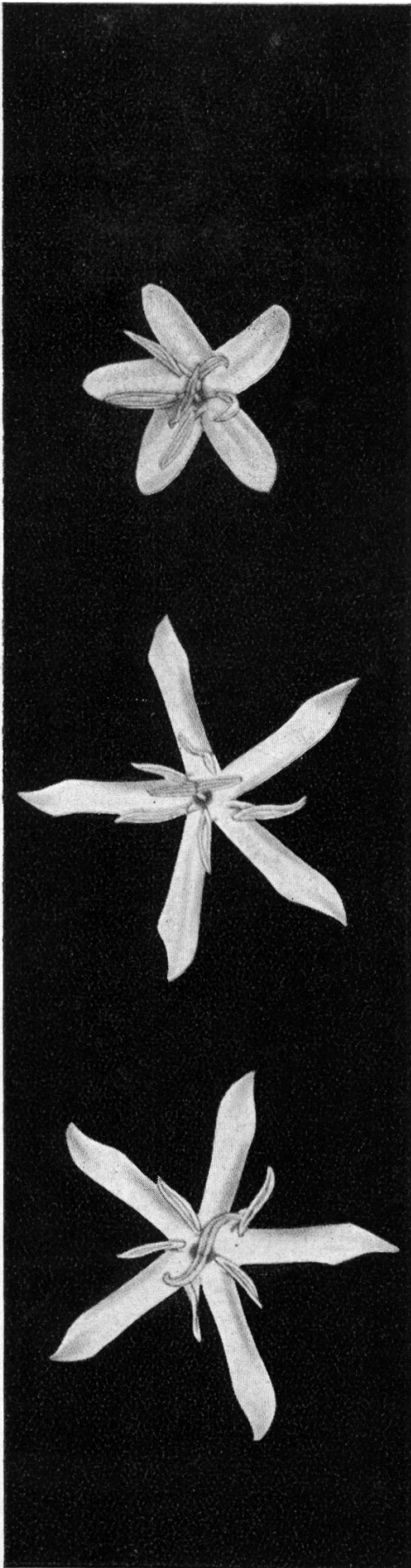
Considerando-se que os dados apresentados por Stoffels (8) e por Narasimha Swamy (7) não concordam, em sua maioria, com os resultados acima apresentados, procuramos a seguir esclarecer tais divergências.

Com relação ao trabalho publicado pelo primeiro dos autores citados, cumpre notar que o mesmo não se utilizou de sementes de flores artificialmente autofecundadas, ao passo que a presente análise genética só lançou mão de material proveniente de polinizações rigorosamente controladas (autopolinização e hibridação) de acordo com a técnica descrita por Krug (3); neste fato é que, a nosso ver, residem as causas das divergências existentes, principalmente no que diz respeito ao problema da dominância; algumas plantas de brotos *verdes* lhe forneceram em suas progênies indivíduos de brotos *bronzeados*, exclusivamente devido à contaminação por polen estranho proveniente de plantas vizinhas do tipo *bronzeado*; por outro, nota-se que nas progênies de plantas *bronzeadas*, que segregam tipos *bronzeados* e *verdes*, há, geralmente, um excesso de plantas *bronzeadas* (mais de $\frac{3}{4}$), o que também deve ser atribuído à contaminação por polen estranho de plantas vizinhas *bronzeadas*. Ao contrário do que afirma este autor, as plantas vizinhas influíram, pois, sensivelmente nos seus resultados; fica também assim esclarecido que não há, como propôs, influência *materna* sobre a dominância. Não distinguiu também Stoffels (8) entre as cores *bronze escuro* e *bronze claro*.

Na primeira parte do seu trabalho ainda afirma este autor que as plantas de brotos *verdes* são mais sujeitas ao *die-back*, apresentando também maior variabilidade de produção; para chegar a estas conclusões, apresenta dados sobre plantas mortas devido ao excesso de produção e analisa a produção individual, de um só ano (1935), de uma população de 1757 cafeeiros, que foi classificada em 723 plantas de brotos *bronzeados* e 1034 plantas de brotos *verdes*, todas pertencentes

QUADRO XII

FOLHAS NOVAS verdes				FOLHAS NOVAS bronze-escuras					
VARIETADE ou HÍBRIDO	Número	Número de plantas	Die-back (Média de "pontos")	Média por variedade ou híbrido	VARIETADE ou HÍBRIDO	Número	Número de plantas	Die-back (Média de "pontos")	Média por variedade ou híbrido
<i>bourbon</i>	1	20	2.5		<i>typica</i>	10	20	3.3	
"	2	20	3.3		"	11	20	3.7	
"	6	20	1.3		"	12	20	1.6	2.9
"	7	20	2.2		<i>typica</i> forma <i>xanthocarpa</i>	38	20	2.2	
"	8	20	2.9		"	39	20	2.8	
"	45	20	1.8		"	40	20	2.8	
"	46	20	3.0		"	41	20	3.5	
"	52	20	1.9	2.4	<i>bourbon</i> (?)	42	15	3.0	2.9
<i>bourbon</i> x <i>bourbon</i>	1 x 8	20	3.0		"	47	20	2.4	
"	2 x 8	16	3.7		"	49	20	3.8	
"	6 x 1	20	2.0		<i>bourbon</i> (?) x <i>bourbon</i> (?)	4 x 49	20	4.1	3.1
"	6 x 8	20	1.5		"	47 x 49	20	4.2	4.2
"	8 x 2	4	3.5		<i>maragogipe</i>	14	5	5.0	
"	8 x 45	10	4.0	3.0	"	16	20	4.7	
<i>maragogipe</i>	17	20	5.0	5.0	"	51	20	5.0	4.9
<i>bourbon</i> x <i>maragogipe</i>	1 x 17	50	3.8		<i>maragogipe</i> x <i>bourbon</i> (?)	14 x 49	7	5.0	
"	2 x 17	20	4.8	4.3	"	16 x 47	7	5.0	
<i>maragogipe</i> x <i>bourbon</i>	17 x 1	20	5.0		"	16 x 49	16	4.9	
"	17 x 2	14	5.0	5.0	<i>maragogipe</i> x <i>typica</i>	14 x 10	8	5.0	5.0
<i>laurina</i>	32	20	5.0		"	14 x 12	1	5.0	
"	33	20	5.0	5.0	<i>bourbon</i> (?) x <i>maragogipe</i>	49 x 14	20	4.8	
<i>bourbon</i> x <i>laurina</i>	46 x 32	6	3.5		"	49 x 16	20	4.9	
"	52 x 32	2	3.0	3.3					
<i>mokka</i>	34	20	5.0	5.0					
<i>semperflorens</i>	RP 79	20	5.0	5.0					
N.º total de indivíduos verdes examinados :		462	Média geral de "pontos":	<u>4.22</u>	N.º total de indivíduos bronze-escuros examinados :		359	Média geral de "pontos":	<u>4.11</u>



à variedade local "Mibirizi". Sugere aquele autor que talvez a presença do pigmento nas folhas novas permita que a função clorofiliana se intensifique, elaborando maior quantidade de hidrato de carbono, cuja diminuição, segundo Nutman, representa a causa principal do *die-back*. Possuindo detalhadas observações de vários anos sobre o comportamento de algumas centenas de progênies e híbridos do nosso projeto de melhoramento do cafeeiro, apresentamos, a seguir, a análise comparativa de parte deste material constituído por plantas de brotos *bronze-escuros* e *verdes*, com relação à ocorrência de *die-back* e à sua variabilidade de produção.

Die-back : Após a segunda colheita (1938) de um dos nossos lotes de seleção, verificamos que alguns cafeeiros se apresentavam fortemente prejudicados pela superprodução, resultando, às vezes, a seca completa da planta enquanto outros, embora tivessem tido a mesma produção, se mostravam bastante enfolhados, revelando assim uma acentuada resistência ao *die-back*. Resolvemos então fazer uma classificação geral dos cafeeiros de cada progênie e híbrido, dando 5 "pontos" aos que se apresentavam bem enfolhados e 0 ponto àqueles completamente secos. Estes dados colhidos em progênies e híbridos, pertencentes a diferentes variedades do *C. arabica*, foram reunidos no quadro XII, em dois grupos, um constituído por plantas de folhas novas *verdes* e outro por plantas de folhas novas *bronze escuras*. Constata-se, pelo seu exame, que é grande a variabilidade nos dois grupos quanto à ocorrência do *die-back* havendo, em ambos, progênies pouco e muito resistentes a este fenômeno. Não se justifica, pois, pelo menos segundo os dados que possuímos até o momento, a afirmação de Stoffels (8) de que plantas com folhas novas *bronzeadas* são mais resistentes à superprodução e conseqüente *die-back*.

Variabilidade de produção : Ainda com relação à observação de Stoffels (8) de que as plantas de folhas novas bronzeadas se apresentam menos variáveis quanto à produtividade, os nossos dados também não permitem confirmá-la. Analisamos estatisticamente a produção média de 4 anos de 200 cafeeiros maragogipe A. D. pertencentes a 20 progênies diferentes, 10 das quais provenientes de plantas que se mostraram geneticamente puras para a cor *verde* das folhas novas (10 plantas de cada progênie) e as outras 10 provenientes de plantas puras para a cor *bronze escura* (10 plantas de cada progênie). Esses dois grupos de plantas foram analisados separadamente e o resumo da análise feita se encontra no quadro XIII.

QUADRO XIII

Plantas com folhas novas *verdes*

Média geral (Kg)	VARIAÇÃO	Graus de liberdade	Variance	σ	σ E/D
2.17	Entre as progênies : 21.33	9	2.37	1.54	2.58
	Dentro das progênies : 33.09	90	0.37	0.60	
	Total : 54.42	99	0.55	0.74	

Plantas com folhas novas *bronze-escuras*

2.16	Entre as progênies : 45.57	9	5.06	2.25	4.00
	Dentro das progênies : 27.65	90	0.31	0.56	
	Total : 73.22	99	0.74	0.86	

Do exame deste quadro verifica-se primeiramente que os dois grupos de progênies (de folhas novas *verdes* e *bronze-escuras*) tem produção média praticamente igual ; que nos dois grupos de plantas a variação entre as diferentes progênies é maior que a variabilidade constatada entre os indivíduos que constituem essas progênies e ainda mais que a variação entre as progênies de plantas de folhas novas bronzeadas é ainda um pouco maior que a variação entre as de folhas novas verdes, a-pesar desta diferença não ser estatisticamente significativa. As plantas de folhas novas bronzeadas de nossos lotes de seleção não apresentam, pois, uma variabilidade menor de produção do que as de folhas novas verdes.

Quanto ao trabalho de Narasimha Swamy (7) ainda desejamos acrescentar alguns comentários além do que já foi dito no capítulo II.

1) Aquele autor encontrou plantas homozigotas para *copper* e *light green*, ao passo que todos os indivíduos com brotos *brown* lhe pareceram homozigotos ; baseados nestas afirmações poder-se-iam identificar estas colorações com as apresentadas neste trabalho da seguinte maneira :

copper = bronze escuro
light green = verde
brown = bronze claro

Considerando ainda que Swamy (7) encontrou o *copper* nas linhagens de *Kent* e de *Coorg*, esta última contendo também plantas *brown*,

conclue-se que o *copper não* corresponde, como sugere aquele autor, ao nosso *purpureo* já atrás citado (4) e típico apenas da variedade bem característica *C. arabica* L. var. *purpurascens* Cramer.

2) Partindo-se desta suposição, infelizmente muitas afirmações deste autor não podem ser interpretadas à luz de nossa análise; considerando-se que os seus resultados, às vezes, divergem sensivelmente mesmo quando estuda progênies ou híbridos de ascendentes classificados nas mesmas categorias, presume-se que talvez tenha havido engano nas respectivas classificações ou contaminação do seu material (o A. não descreve a técnica utilizada nos cruzamentos). Justifica ainda esta hipótese o fato de ele afirmar que o seu material se apresentava bem variável quanto à expressão da cor das folhas novas.

3) Conclue ainda este autor que as plantas de brotos *bronzeados* só produzem frutos de pericarpo vermelho, ao passo que as de brotos *verdes* só produzem frutos amarelos típicos da *C. arabica* L. var. *typica* Cramer forma *xanthocarpa* (Caminhoá) Krug. As nossas observações não concordam com esta afirmação, pois a maioria dos exemplares desta variedade possui brotos bronze-escuros, e nas hibridações encontramos completa independência entre os dois pares de fatores genéticos, o *Br-br* determinante da cor das folhas novas e o *Xc-xc* (*xanthocarpa*) responsável pela cor do pericarpo dos frutos (6), assunto esse que é discutido no artigo seguinte.

IV — RESUMO

No presente artigo os autores apresentam os resultados da análise genética referentes à hereditariedade das cores *verde*, *bronze claro* e *bronze escuro* das folhas novas de *Coffea arabica* L. Baseados em extensos dados de autofecundação, hibridação (F_1 e F_2) e *back-crosses* conclue-se que apenas um par de fatores alelomorfos *Br-br* é responsável pelo aparecimento daquelas cores, *br br* constituindo o tipo *verde*, *Br br* o *bronze claro* e *Br Br* o *bronze escuro*; a coloração *bronze escuro* é, pois, incompletamente dominante sobre o *verde*, o F_1 entre estes tipos se apresentando de uma tonalidade *bronze-clara*. No grupo dos *bronze-escuros* (homozigotos) existe certa variabilidade na expressão máxima da coloração o que, em parte, é atribuído à presença de fatores genéticos modificadores, que intensificam ou diluem esta coloração. À luz dos resultados obtidos, discutem-se os trabalhos de Stoffels (8) e Narasimha Swamy (7) que versam sobre o mesmo assunto.

SUMMARY

In the present paper the authors are publishing the results of the genetical analysis of three color types occurring in young leaves of *Coffea arabica* L.: *green*; *dark bronze* and *light bronze*. Based on extensive data obtained from progenies, F_1 and F_2 hybrids and back-crosses, it is concluded that only one pair of allelomorphic genes control these colors for which the symbols *Br-br* are proposed: *br br*, the double recessive, constitutes the *green* type, *Br br*, the heterozygote, the *light bronze* one and *Br Br*, the double domi-

nant, the *dark bronze* one. The *dark bronze* colour is therefore incompletely dominant over *green*, the F₁ between the two being *light bronze*. In the group of homozygote *dark bronze* plants a certain variability of the maximum intensity of the *bronze* colour is noticed, which is most probably due to modifiers which intensify or dilute the expression of this character. Two papers, respectively by Stoffels (8) and Narasimha Swamy (7) dealing with the same subject are critically discussed.

LITERATURA CITADA

1. **Brieger, F. G** Tábuas e Fórmulas para Estatística. Comp. Melhor. São Paulo. 1-46. 1937.
2. **Krug, C. A.** Relatório do Instituto Agronômico do Estado, em Campinas: 1-22. 1935.
3. **Krug, C. A.** Hybridisation of Coffee. Jour. of Heredity **26**: 325-330. Figs. 14-18. 1935. (Trad. Bol. Técn. do Instituto Agronômico do Estado, em Campinas. 15: 1-12. Figs. 1-8. 1935).
4. **Krug, C. A.** Genética de Coffea. Bol. Técn. do Instituto Agronômico do Estado em Campinas. 26: 1-39. Figs. 1-15. 1936.
5. **Krug, C. A., J. E. T. Mendes e A. Carvalho.** Taxonomia de *Coffea arabica* L. Descrição das variedades e formas encontradas no Estado de São Paulo. Bol. Técn. do Instituto Agronômico do Estado, em Campinas. 62: 1-57. Figs. 1-58. 1939.
6. **Krug, C. A. e A. Carvalho.** Genética de Coffea III. Hereditariedade da cor amarela dos frutos. Bol. Técn. do Instituto Agronômico do Estado, em Campinas. 82: 1-16. Figs. 1-4. 1940.
7. **Narasimha Swamy, R. L.** Genetical studies in *Coffea arabica* L. A preliminary study with young leaf colour and ripe pericarp colour. The Indian Jour. of Agr. Sci. **10**: 414-421. 1940.
8. **Stoffels, E.** La sélection du caféier arabica a la Station de Mulungu. Publ. de L'Inst. Nat. Pour l'Étud. Agron. du Congo Belge. Serie Scient. **11**: 1-41. 1936.