

GENÉTICA DE *COFFEA* (1)

XIV - HEREDITARIEDADE DO CÁLICE PETALÓIDE EM *COFFEA ARABICA* L. VAR. *CALYCANTHEMA* K.M.C.

A. CARVALHO

Engenheiro agrônomo, Secção de Genética, Instituto Agronômico de Campinas

1 - INTRODUÇÃO

O gênero *Coffea* encerra grande número de espécies que se caracterizam por apresentar cálice reduzido e simples dentículos, localizados na parte superior do ovário, circundando a região da inserção do tubo da corola. Esses dentículos não crescem com o desenvolvimento do fruto e são reduzidos a pequenas escamas secas, quando o fruto amadurece; estas se localizam no fruto, ao redor do "disco", que corresponde à região de inserção do tubo da corola (5).

Chevalier (1), ao rever a descrição das espécies de *Coffea*, menciona, no entanto, como um dos característicos da secção *Argocoffea*, a presença de um cálice mais desenvolvido, de natureza foliar. Esse característico também se encontra nos gêneros próximos a *Coffea*, tais como *Chapelieria* e *Lemyria* (1).

Em *Coffea arabica* L., já foram verificadas duas exceções a esse tipo reduzido de cálice encontrado no gênero. Na variedade *goiaba* (*Coffea arabica* L. var. *goiaba* Taschdjian), o cálice se mostra bem desenvolvido, foliáceo e persistente. Na var. *calycanthemea* (*Coffea arabica* L. var. *calycanthemea* K.M.C.), o cálice se apresenta transformado em sépalas longas e petalóides (est. 1-A) (3). O característico sépala desenvolvida e foliar encontrado na var. *goiaba* é determinado por um par de fatores genéticos principais com dominância incompleta em F_1 (*Sd sd*) (5). No presente trabalho serão apresentados os dados relativos à herança do cálice petalóide, da var. *calycanthemea*.

2 - ORIGEM E DESCRIÇÃO DA VAR. *CALYCANTHEMA*

Em 1935, ao se efetuarem observações na propriedade agrícola do Sr. Antônio Geraldini, próxima à Estação Experimental de Pindorama, deste Instituto, foi encontrado um cafeeiro de porte elevado, semelhante, na ramificação e forma e tamanho das folhas, à variedade *typica* (*C. arabica* L. var. *typica* Cramer), mas dela diferindo por apresentar as flores com as sépalas bem desenvolvidas e de natureza petalóide, dando a impressão de uma corola dupla. Outros exemplares com esse característico não foram encontrados nessa propriedade e, até agora, em nenhum outro local, apesar de

(1) Trabalho apresentado à Segunda Reunião Latino-Americana de Fitogeneticistas e Fitoparasitologistas, realizada em São Paulo, Piracicaba e Campinas, de 31 de março a 8 de abril de 1952.

serem numerosas as plantas examinadas, tanto em plantações particulares como em progênies de cafeeiros em investigação. Essa planta recebeu a numeração P 350.

Enxertos da planta P 350 foram trazidos para Campinas, para novas observações. Durante o florescimento destes, efetuaram-se observações nas flores, verificando-se que as sépalas petalóides são em número pouco mais elevado (média de 5,7) que os lobos da corola (média de 5,0); são também um pouco mais curtas e mais estreitas:

PARTES DA FLOR	Dimensões	
	Comprimento	largura
Lobos da corola	13,4 mm	4,8 mm
Lobos do cálice petalóide	12,4 mm	2,9 mm

Os estilos e estigmas apresentam anomalias. Os estigmas com 2 a 3 lobos, no geral, não possuem superfície estigmática. As anteras são normais e produzem pólen aparentemente normal. O ovário é de côr branca, encerrando duas lojas, contendo cada uma delas um óvulo. O pedicelo da flor é também de côr branca e, quando a flor seca, quase sempre se desprende juntamente com o ovário. Daí ser muito escassa a produção de frutos. Os raros frutos que se formam, são pequenos, encerrando, no geral, uma única semente pequena e de forma irregular. A planta P 350 possui 44 cromossômios somáticos (8).

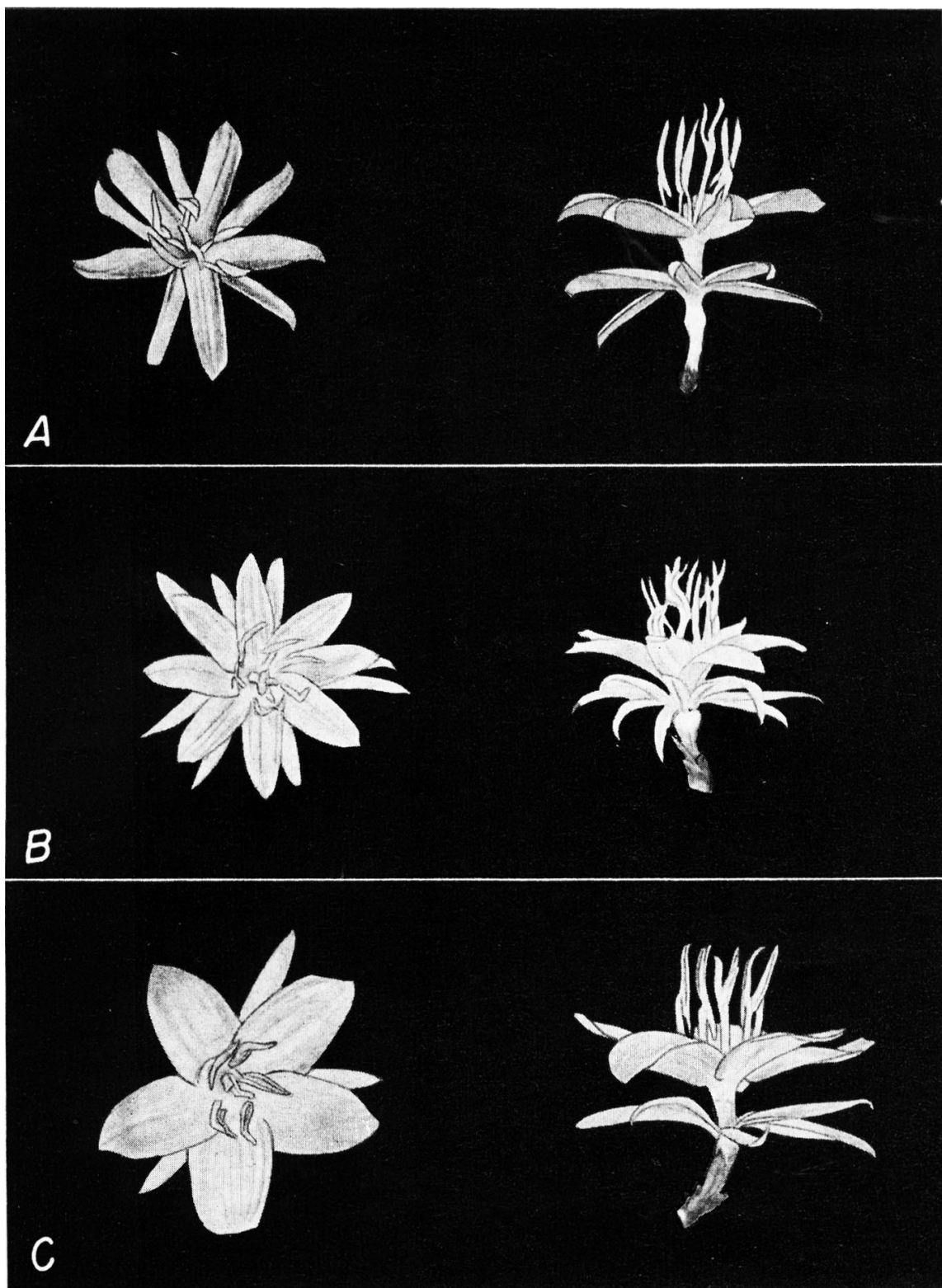
3 - ANÁLISE GENÉTICA

Uma análise genética do característico calicântema em café é dificultada pelas ocorrências das anomalias verificadas no pistilo da flor, resultando em quase completa esterilidade do lado materno. Como, porém, o pólen é fértil, foi possível efetuar uma série de cruzamentos, a fim de determinar o modo de herança desta variação.

3.1 - DESCENDENTES DE PLANTAS CALICÂNTEMA

Várias tentativas de autofecundação artificial das flores de plantas calicântema foram feitas, tôdas sem resultado, pois não se conseguiu nenhum fruto. Em 1937, obtiveram-se, todavia, 10 sementes, de frutos resultantes de polinização não controlada, que deram origem a 6 plantas. Estas plantas foram levadas para o lugar definitivo, mas tôdas elas morreram antes de florescer, apesar dos cuidados que lhes foram dispensados. Em 1947, novas sementes foram colhidas, de polinização não controlada, obtendo-se 4 cafeeiros, que foram plantados em ripado, na Estação Experimental Central de Campinas. Essas plantas, que receberam a numeração P 350 n. auf. —1 a —4, mostraram os seguintes caracteres:

PLANTAS	Natureza do cálice
P 350 n.auf.-1	petalóide
P 350 n.auf.-2	normal
P 350 n.auf.-3	normal
P 350 n.auf.-4	normal



A — Flores do cafeeiro *calycanthemea* P 350, mostrando cinco sépalas petalóides.
B — Flores de um cafeeiro heterozigoto para os fatores *calycanthemea* e *fasciata* (*C c F s fs*). *C* — Flores de um cafeeiro resultante do cruzamento entre o cafeeiro “387” e *calycanthemea*.

Em 1950, êsses cafeeiros foram autofecundados, obtendo-se os seguintes resultados :

PLANTAS	N.º de flores	N.º de frutos
P 350 n.auf.-1	40	0
P 350 n.auf.-2	135	110
P 350 n.auf.-3	106	70
P 350 n.auf.-4	80	44

Cruzamentos artificiais foram feitos, em 1950, com essas plantas, a fim de observar sua fertilidade, tendo-se obtido os seguintes resultados :

CRUZAMENTOS	N.º de flores	N.º de frutos
P 350 n.auf.-2 x P 350 n.auf.-1	33	21
P 350 n.auf.-3 x P 350 n.auf.-1	57	38
P 350 n.auf.-4 x P 350 n.auf.-1	44	36

Verifica-se que os descendentes normais das plantas calicântema têm fertilidade normal ; que a planta portadora de flores calicântema é estéril, e que o seu pólen é normal. Observa-se também que o cafeeiro P 350 deve ser heterozigoto para o fator genético que determina a presença do cálice petalóide. Não se pode saber ainda se o cafeeiro P 350 n.auf.—1 é homozigoto para calicântema. O seu aspecto morfológico, no entanto, em tudo se assemelha ao do cafeeiro P 350.

3.2 - CRUZAMENTOS DA PLANTA P 350 COM CAFEEIROS DE CÁLICE NORMAL

Tendo-se verificado a esterilidade das plantas P 350 pelo lado materno, não se realizaram senão dois cruzamentos entre as plantas P 350 e a de n.º 27, da var. *polysperma* (*Coffea arabia* L. var. *polysperma* Burck), num total de 48 flores. Não se verificou a formação de nenhum fruto. A castração das flores é muito difícil, devido às anormalidades ocorridas no estilo e estigma. Sendo ausente ou quase ausente a superfície estigmática, não deve haver germinação do pólen. Mesmo que houvesse a polinização, a queda do ovário, conjuntamente com a corola, não permitiria que se obtivessem resultados positivos nesses cruzamentos.

Os cruzamentos realizados, usando-se a planta P 350 como fornecedora de pólen, foram efetuados em 1938 e 1939. O número de plantas examinadas não é muito grande, pois se torna necessário o plantio de mudas a distâncias maiores no viveiro e esperar 4 a 5 anos para florescimento de tôdas as plantas. Os dados obtidos se acham no quadro 1.

Na hipótese da segregação de um par de fatôres genéticos dominantes, verificou-se que o χ^2 total não é significativo, apesar de dois valores parciais o serem. Nota-se, com algumas exceções, que a classe calicântema é menos frequente que a normal, o que é especialmente evidente nos híbridos H 240 e H 426, que deram valores de χ^2 significativos. A deficiência da classe calicântema pode ser conseqüência da sua menor viabilidade ou de possíveis contaminações. Examinando os resultados do cruzamento com a planta 26, que é heterozigota para fasciação (*F's fs*), verificaram-se 23 plantas

QUADRO 1.—Número de plantas normais e calicântema, resultantes do cruzamento entre cafeeiros com flores de cálice normal com a planta P 350 de cálice petalóide

Hibridações realizadas		Número de plantas obtidas	
N.º do híbrido	Plantas cruzadas (¹)	normais	calicântema
H 240	10 x P 350	20	9
H 270	57 x P 350	12	11
H 403	1-1 x P 350	21	26
H 410	16 x P 350	4	3
H 426	26 x P 350	28	10
H 429	27 x P 350	11	9
H 455	44-23 x P 350	2	3
H 470	57 x P 350	5	6
H 487	132 x P 350	9	8
H 680	505 x P 350	5	6
H 690	554 x P 350	1	3
	Total	118	94

(¹) O cafeeiro 10 pertence à var. *typica*; o cafeeiro 57 à var. *murta*; os cafeeiros 1-1 e 44-23 à var. *bourbon*; o cafeeiro 16 à var. *maragogipe*; os cafeeiros 26 e 27 à var. *polysperma*; o cafeeiro 132 à var. *laurina*; o cafeeiro 505 à var. *semperflorens*, e o cafeeiro 554 à var. *purpurascens* da espécie *C. arabica* L. (8).

fasciadas (*Fs fs*) e 15 plantas normais (*fs fs*). Não ocorreu, no entanto, nenhuma planta *Fs Fs*, como era de esperar, se tivesse havido autofecundação de alguns botões ainda fechados, antes de o cruzamento ser realizado.

Os cruzamentos mencionados no quadro 1 foram realizados com 8 variedades distintas de *C. arabica*. Em cruzamentos como êsses, poderia ser esperada uma variação na expressão do característico calicântema com aparecimento de plantas calicântema capazes de produzir frutos, possibilitando a análise genética. Tal, no entanto, não se deu, e a expressão do fator calicântema não se alterou nessas várias combinações genéticas. Os híbridos para os fatores *fasciata* e *calicântema* (*Fs fs Cc*), que são portadores de flores com 7,2 lobos na corola, em média, mostram também maior número de lobos do cálice, isto é, uma média de 7,4 (est. 1-B).

3.3 - AUTOFECUNDAÇÃO DAS PLANTAS DO CRUZAMENTO CALICÂNTEMA HÍBRIDO X NORMAL

Algumas dessas plantas são calicântema e não deram descendência pela autofecundação; outras têm cálice normal e deram descendência constituída de plantas com flores de cálice perfeitamente normal (quadro 2).

QUADRO 2.—Classificação das plantas obtidas pela autofecundação de cafeeiros dos cruzamentos — *calicântema* híbrido x *normal*

Cafeeiros com flor normal					Cafeeiros com flor <i>calicântema</i>		
Plantas cruzadas	Ramos auf.	Sementes obtidas pela autofecundação	Plantas obtidas		Plantas cruzadas	Ramos auf.	Sementes obtidas pela autofecundação
			<i>calicântema</i>	normal			
	N.º	N.º	N.º	N.º		N.º	N.º
(10 x P350)- 4...	2	19	0	13	(10 x P350)- 1..	3	0
(10 x P350)- 7...	2	18	0	13	(10 x P350)-13..	1	0
(10 x P350)-15...	4	18	0	14	(27 x P350)- 9..	8	0
(10 x P350)-18...	2	7	0	5	(27 x P350)-10..	4	0
(10 x P350)-20...	4	12	0	4	(27 x P350)-12..	7	0
(10 x P350)-22...	2	35	0	24	(27 x P350)-15..	6	0
(132 x P350)- 8..	2	4	0	1	(27 x P350)-20..	10	0
					(27 x P350)-22..	8	0
					(132 x P350)- 1..	4	0
					(132 x P350)-14..	8	0
					(132 x P350)-16..	3	0
					(57 x P350)- 3..	4	0
					(57 x P350)-21..	5	0

3.4 - CRUZAMENTOS DE PLANTAS OBTIDAS DO CRUZAMENTO DO HÍBRIDO (*NORMAL X CALICÂNTEMA HÍBRIDO*) COM O CAFEIEIRO P 350

Êsses cruzamentos só podem ser feitos entre plantas normais do cruzamento — *normal x calicântema* híbrido, com o cafeeiro P 350. Os resultados foram os seguintes :

CRUZAMENTOS	Plantas obtidas	
	Normal	<i>Calicântema</i>
(10 x P 350)- 4 x P 350	3	1
(10 x P 350)-15 x P 350	1	0
(10 x P 350)-20 x P 350	6	7
(10 x P 350)-22 x P 350	3	3
Total	13	11

Os cruzamentos das plantas (10 x P 350)-1 e (10 x P 350)-2 com o cafeeiro P 350 não produziram sementes, porque essas plantas têm flores *calicântema* e são estéreis pelo lado materno.

3.5 - CRUZAMENTOS DE PLANTAS RESULTANTES DO CRUZAMENTO (*NORMAL X CALICÂNTEMA HÍBRIDO*) COM CAFEIEIROS DE FLORES *NORMAIS*

Duas séries de cruzamentos foram realizadas. Na primeira delas, usou-se o pólen de cafeeiros *calicântema*, obtendo-se os seguintes resultados :

CRUZAMENTOS	Plantas obtidas	
	Normal	<i>Calicântema</i>
57 x (57 x P 350)-14	28	22
57 x (57 x P 350)-17	7	7
132 x (132 x P 350)-14	5	1
Total	40	30

Na segunda série usaram-se plantas normais, derivadas de cruzamentos — *normal* x *calicântema* híbrido, as quais foram cruzadas com plantas de cálice normal. Os dados são os seguintes :

CRUZAMENTOS	Plantas obtidas	
	Normal	Calicântema
(57 x P 350) -4 x 57 -----	2	0
(57 x P 350) -6 x 57 -----	8	0
(57 x P 350) -9 x 57 -----	3	0
(57 x P 350)-20 x 57 -----	2	0
Total -----	15	0

Vê-se que as plantas calicântema usadas nas hibridações são heterozigotas para um par de fatores dominantes, e que as plantas portadoras do alelo para cálice normal dão plantas também com cálice normal.

3.6 - HIBRIDAÇÕES DE PLANTAS NORMAIS COM PLANTAS CALICÂNTEMA TÓDAS DERIVADAS DO CRUZAMENTO DE PLANTAS NORMAIS COM O CAFEEIRO P350

Nesta série de cruzamentos, foram obtidos os seguintes números de plantas de cada classe :

CRUZAMENTOS	Plantas obtidas	
	Normal	Calicântema
(10 x P 350)-4 x (10 x P 350)-21 -----	2	0
(10 x P 350)-15 x (10 x P 350)-17 -----	11	6
(10 x P 350)-18 x (10 x P 350)-21 -----	1	1
(57 x P 350)-4 x (57 x P 350)-2 -----	12	16
(57 x P 350)-5 x (57 x P 350)-2 -----	5	10
(57 x P 350)-6 x (57 x P 350)-2 -----	9	17
(57 x P 350)-9 x (57 x P 350)-2 -----	17	20
(57 x P 350)-20 x (57 x P 350)-2 -----	25	11
(27 x P 350)-11 x (27 x P 350)-12 -----	3	3
(27 x P 350)-16 x (27 x P 350)-9 -----	2	3
(27 x P 350)-16 x (27 x P 350)-15 -----	2	2
(27 x P 350)-16 x (27 x P 350)-22 -----	2	0
(27 x P 350)-18 x (27 x P 350)-12 -----	13	7
(132 x P 350)- 8 x(132 x P 350)-14 -----	13	16
(132 x P 350)-10 x(132 x P 350)-14 -----	3	1
Total -----	120	113

Apesar de alguns χ^2 parciais se mostrarem novamente significantes, o χ^2 total, para a relação 1:1, é insignificante.

O cruzamento entre as plantas calicântema (10 x P 350)-1 x (10 x P350)-22, num total de 13 flores, não produziu nenhum fruto, como era de esperar por ser calicântema o cafeeiro (10 x P 350)-1.

4 - TRANSFERÊNCIA DA CALICANTEMIA PARA OUTRAS ESPÉCIES DE *COFFEA*

Várias tentativas foram feitas para transferir o fator genético para calicantemia da espécie *C. arabica* para as espécies *Coffea Dewevrei* De Wild. et Th. Dur., *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, *Coffea congensis*

Froehner e *Coffea liberca* Hiern. Nos cruzamentos com *C. Dewevrei*, de um total de 45 flores, não se obteve fruto algum; no cruzamento com *C. canephora*, em 658 flores, conseguiram-se 48 sementes, algumas muito anormais, que deram origem a 2 plantas, que morreram quando novas. Do cruzamento com *C. congensis*, de 185 flores, conseguiram-se 13 sementes, as quais deram origem a uma única planta, muito fraca, e que também morreu quando nova. Do cruzamento com *C. liberica*, de 18 flores cruzadas, não se obteve nenhuma semente.

A dificuldade do pegamento desses cruzamentos deve estar relacionado com o número de cromossomos das espécies que entram no cruzamento. Tem-se verificado, no café, que há pouco mais de sucesso no cruzamento de *C. arabica*, com 44 cromossomos, com as espécies diplóides, com 22 cromossomos, do que o cruzamento recíproco. Nas hibridações com o calicântema, torna-se necessário usar as espécies com 22 cromossomos como planta mãe, visto ser fértil apenas o pólen do calicântema.

Do cruzamento entre o cafeeiro 387, que é um híbrido natural entre as espécies *C. arabica* e *C. Dewevrei* (9), e que possui 44 cromossomos, com a var. *calycantheme* (H 499), obtiveram-se 5 plantas, 2 das quais são calicântema e 3 possuem flores normais. Apesar de essas plantas mostrarem características de *C. Dewevrei*, a expressão da calicantemia é a mesma; as flores são maiores, mas o cálice é petalóide, tal como no cafeeiro P 350 (est. 1-C).

5 - DISCUSSÃO

Das modificações que se têm observado no perianto das flores, a calicantemia, isto é, o desenvolvimento do cálice em forma de corola é uma das que mais têm chamado a atenção dos investigadores, por tornar mais atraentes as plantas ornamentais (10). Em várias espécies vegetais, anuais ou perenes, e pertencentes a diversas famílias, têm sido encontrados casos de calicantemia, tais como em *Campanula medium* L., *Mimulus luteus trigrinus*, *Rhododendron indicum* Sewet var. *Kæmpferi* Maxim., *Primula acaulis* Hill, *Primula officinalis* Jacq., *Jasminum officinale* L., *Vinca minor* L., etc. (2).

Quanto à fertilidade e ao modo de herança da calicantemia, vários estudos foram realizados, principalmente em *Campanula*, *Mimulus*, *Rhododendron* e espécies de *Primula* (2). Em *Campanula*, a calicantemia é associada à esterilidade do pistilo. O pólen é normal e a análise genética pode ser feita apenas pelo uso do pólen. As formas calicântema de *Mimulus* não mostram, no entanto, nenhuma esterilidade. Nesses dois gêneros, a calicantemia é devida à ação de fatores de dominância incompleta. O mesmo se dá com a forma calicântema de *Rhododendron*. As formas calicântema se assemelham às de *Mimulus* e não apresentam acentuada esterilidade do pistilo. São controladas por um fator genético dominante. Além de estudar detalhadamente a relação da calicantemia com heterostilia, Ernst (2) fez detalhadas observações sobre a instabilidade somática e generativa do fator calicântema em linhagens de *Primula*.

A forma calicântema de café, como a de *Campanula*, mostra, também, esterilidade materna e pólen normal, o que dificulta a análise genética. O característico calicântema do café é também controlado por um par de fatores genéticos. As plantas portadoras do fator calicântema apresentam tôdas as flores com os segmentos do cálice petalóides, notando-se apenas pequenas variações no tamanho e forma das sépalas. O fator é estável no tecido somático.

Em cruzamentos com as plantas da var. *murta*, que encerram o fator *typica* na condição duplamente recessiva (*t t*) e que são heterozigotas *Na na* (7), não se obtiveram plantas tipo *murta*, o que indica que a planta P 350 se originou, provavelmente, por mutação da variedade *typica*. O mutante calicântema deve ser muito raro, pois até o momento não se encontrou nenhum outro cafeeiro com êsse característico, dentre centenas de milhares de plantas até hoje examinadas.

Pelo cruzamento do cafeeiro calicântema com plantas normais, obtiveram-se 50% de plantas normais e 50% de plantas calicântema, sendo estas novamente estéreis pelo lado materno.

Os dados derivados das análises genéticas não são muito numerosos, pois a classificação das plantas requer permanência por longo tempo em viveiro. No geral, notou-se deficiência da classe calicântema. Em alguns cruzamentos, no entanto, a classe calicântema se apresenta em maior proporção do que o normal, o que indica que os cafeeiros calicântema não são menos viáveis que os normais. O número pequeno de plantas talvez explique êsses desvios observados. Baseando-se nos resultados de χ^2 totais, concluiu-se que a calicantemia em *C. arabica* é controlada por um par de fatores genéticos dominantes. Êsses fatores receberam o símbolo *C*, tendo as plantas normais a constituição *cc* e as plantas calicântema *Cc* (6, 7). Não se conhecem, até agora, plantas de constituição *CC*.

RESUMO

As espécies de *Coffea*, no geral, apresentam um cálice constituído de cinco sépalas muito rudimentares. Em *Coffea arabica* L. foi encontrado um único cafeeiro, possuindo o cálice bem desenvolvido e de natureza petalóide. A análise genética dêsse característico é discutida no presente trabalho.

Verificou-se que se trata de um fator que afeta, aparentemente, apenas algumas partes da flor, sendo o cálice de natureza petalóide, o estilo e o estigma de forma e tamanho variáveis e o estigma desprovido de superfície estigmática. O ovário e o pedicelo da flor são de côr branca e se desprendem com a flor, alguns dias após a sua abertura, determinando esterilidade quase total das plantas portadoras do fator calicântema. O pólen é normal. Pelo cruzamento de plantas normais com o cafeeiro calicântema, obtiveram-se 50% de plantas normais e 50% de plantas calicântema. Êstes dados da análise genética indicam, pois, que a calicantemia é controlada por um par de fatores genéticos, tendo as plantas com cálice normal a constituição *cc* e, sendo heterozigotas para êsse par de alelos — *Cc*, as plantas calicântema

estudadas. Não se conhecem plantas de constituição *CC*, pois todos os cafeeiros portadores do alelo *C* apresentam esterilidade das partes femininas da flor.

As plantas calicântema têm tôdas as flores com o cálice petalóide, e não se notaram casos de instabilidade somática do alelo *C*.

A julgar pelos dados de cruzamento com a var. *murta*, o cafeeiro mostrando o característico calicântema deve ter-se originado por mutação da var. *typica*. Essa mutação deve ser muito rara, pois apenas uma planta foi observada entre centenas de milhares de cafeeiros que têm sido examinados, tanto em viveiros como nas plantações de café.

SUMMARY

Coffea arabica varieties usually develop a rudimentary calyx formed by five reduced denticles. Two exceptions however have already been found which have large sepals. In one of them the development of large sepals is controlled by a single pair of genetic factors expressing incomplete dominance in F_1 (*Sd sd*). The other exception is the *calycanthea* variety which possess flowers with a large and conspicuous petaloid calyx the inheritance of which has been studied in the present paper.

The size and shape of the *calycanthea* plants, as well as its branches and leaves, are normal and similar to those of the *typica* variety. The sepals are almost identical with the petals, giving the impressior of a flower with two corollas. The anthers are normal and the pollen is viable; the style and stigma are very abnormal, the stigma usually having no papillose surface. The pedicel and the ovary are white colored and when the corolla dries the whole flower drops from the branch. The production of fruits is extremelly small. The mutant is almost completely female sterile, which is a handicap for genetic investigations.

By crossing heterozygous *calycanthea* with normal varieties of *C. arabica*, an offspring is obtained which segregats into 50% of normal and 50% *calycanthea* plants. The symbol *C* was given, to the gene involved, the normal coffee plants being *cc* the *calycanthea* mutant *Cc*. So far no homozygous dominant plants have been found.

Crosses of the *calycanthea* mutant with the *murta* variety, have indicated that the new mutant most probably derived from the *typica* variety. The occurrence of this mutations must be very rare, as no other case has been found among hundred of thousands of coffee plants that have been so far investigated.

LITERATURA CITADA

1. Chevalier, A. *Em* Les caféiers du globe II. Iconographie des caféiers sauvages et cultivées. Paul Lechevalier, Paris 2: 1-36. 1942.
2. Ernst, A. Erblchkeitsforschungen an calycanthenen Primeln. Züchter 8: 281-294; 313-324. 1936.
3. Krug, C. A. Genética de *Coffea*. Bol. téc. Inst. agron. Campinas 26: 1-39. 1936.
4. Krug, C. A. e A. Carvalho. Genética de *Coffea* II — Hereditariedade da fasciação. Bol. téc. Inst. agron. Campinas 81: 1-36. 1940.
5. Krug, C. A. e A. Carvalho. Genética de *Coffea* X — Hereditariedade da ocorrência de sépalas desenvolvidas nas flores de *Coffea arabica* L. var. *goiaba* Taschdjian. Bragantia 6: 251-264. 1946.
6. Krug, C. A. e A. Carvalho. The genetics of *Coffea*. Hereditas, Lund. Suppl. vol. 611-642. 1949.

7. Krug, C. A. e A. Carvalho. The genetics of *Coffea*. *Advanc. Genet.* 4: 127-158. 1951.
8. Krug, C. A., J. E. T. Mendes e A. Carvalho. Taxonomia de *Coffea arabica* L. *Bol. téc. Inst. agron. Campinas* 62: 1-57. 1938.
9. Krug, C. A., J. E. T. Mendes, A. Carvalho e A. J. T. Mendes. Uma nova forma de *Coffea*. *Bragantia* 10: 11-25. 1950.
10. Tschermak — Seysenegg, E. Anregungen zur besseren Verwertung der Calycanthemie in der Gärtnerei. *Z. Zücht. A* 21: 418. 1937.