

Citogenética do Híbrido Interespecífico (*Coffea arabica* L. var. Bourbon x *C. canephora* Pierre ex Froehner var. Robusta (Linden) Chev.) que Originou de Café 'Icatu'¹

Y M.S. Boaventura*, N.D. da Cruz*

ABSTRACT

Icatu is a variety with relative importance to coffee breeding due to its resistance to disease and insect damages. The original cross was obtained from plants of *C. arabica* duplicated, $2n = 44$ chromosomes, homozygote and plants of *C. canephora* duplicated, and also with $2n = 44$ chromosomes. The hybrids were backcrossed to selected plants of *C. arabica*. The hybrid showed irregular fruit production. This research was carried out in order to verify the causes of this abnormality.

Floral buds were fixed in Carnoy and slides were prepared according to the usual aceto-carmin procedure. Fruit types and seed numbers per fruit were also analysed.

It was verified that even the somatic division is instable with mother cell chromosome numbers varying from 42 to 46.

The average chromosome association in metaphase I were 6.98_I , 15.29_{II} , 1.09_{III} and 0.85_{IV} . In anaphase I 24.8% of the observed cells showed normal disjunction, while 18.3% presented 23-21 chromosomes and 18.7% of 20-24 chromosomes. Cells with laggard bivalents were present with a frequency of 28.2%, and 9.9% of the cells showed irregular separation.

In anaphase II, 18 different types of chromatic distribution and laggards were observed. In spite of the abnormalities observed, normal tetrads were found in 69.4% of the mother cells, although pollen viability was 30.7%.

INTRODUÇÃO

Das espécies descritas de café apenas duas, *C. arabica* L. e *C. canephora* P. ex F., tem maior interesse econômico, sendo 70% e 30% as respectivas contribuições no mercado internacional do produto.

Essas espécies apresentam uma série de características distintas, sendo *C. canephora* diplóide, autotérril e mais adaptada à regiões de clima quente e

RESUMO

O café 'Icatu' tem grande interesse na cafeicultura pela maior resistência à pragas e moléstias. Foi originado do cruzamento do haplóide de *C. arabica* duplicado, portanto com $2n = 44$ cromossomos e homozigoto, com *C. canephora* duplicado, também com $2n = 44$ cromossomos, seguido de retrocruzamentos com plantas selecionadas de *C. arabica*. As plantas oriundas desses retrocruzamentos foi dada a denominação de café 'Icatu'.

O trabalho foi realizado objetivando verificar as causas responsáveis pela menor e variável produção de frutos e sementes nesse híbrido original. Foram analisadas a microsporigênese e a viabilidade do pólen através da técnica de esmagamento de anteras coloridas com carmin acético; os tipos de frutos e o número de sementes formadas por fruto.

Os dados obtidos demonstram uma instabilidade já nas divisões somáticas, tendo sido encontradas células mães com número de cromossomos variando de 42 a 46. A fórmula média do pareamento em metafase I foi de 6.98_I ; 15.29_{II} ; 1.09_{III} e 0.85_{IV} . Em anáfase I, 24.8% das células mostraram disjunção normal, 18.3% apresentaram disjunção 23-21 e 18.7% de 20-24 cromossomos. Células com bivalentes retardatários estiveram presentes em frequência de 28.2% e 9.9% apresentaram separações irregulares. Em anáfase II foram observados 18 tipos de distribuição cromatídica diferentes e presença de retardatários. Somente em 25.38% das células houve distribuição normal de 22 cromossomos para cada polo celular. No entanto, tétrades normais ocorreram em 69.4% das células mães de pólen e a viabilidade dos grãos de pólen encontrada foi de 30.7%.

úmido, enquanto *C. arabica* é tetraplóide, autotérril e de clima mais ameno. (6).

No Brasil, também são as mais cultivadas, *C. arabica* que produz o café comercialmente conhecido por Arábica e *C. canephora* que dá o café Robusta. *C. arabica* reúne um maior número de características valiosas, como melhor aparência do fruto, uniformidade do tamanho das sementes, reduzida quantidade de grãos moça, película prateada clara e não aderente, torração uniforme e bebida de melhor qualidade. *C. canephora*, geralmente apresenta sementes com maior variabilidade no tamanho, película aderente de cor marrom e quantidade elevada de grãos moça. A bebida é considerada de qualidade menos aceitável, o que tem como reflexo as menores cotações do produto no comércio (27).

1 Recebido para publicação em 25 de novembro de 1986.

* Seção de Citologia, Instituto Agrônomo, IAC, C.P. 28, Campinas, SP, Brasil
O primeiro autor recebe Bolsa de Pesquisa do CNPq.

Com relação ao número de cromossomos, o gênero *Coffea* L. compreende dois grupos, um tetraplóide com $2n = 44$ e que caracteriza a espécie *C. arabica*, e um diplóide com $2n = 22$ que é encontrado nas outras espécies da seção *Eucoffea* Chev. (26). Pela incompatibilidade nos cruzamentos dessas espécies diplóides com *C. arabica* em programa de melhoramento, decorrente do número de cromossomos diferente, houve necessidade de se duplicar artificialmente o número de cromossomos daquelas diplóides.

Têm sido numerosas as tentativas para associar características de vigor, produtividade e resistência do Robusta às qualidades de bebida do Arábica, pela obtenção de híbridos interespecíficos, tanto naturais como artificiais. Esse híbridos, no entanto são difíceis de se manter pela incompatibilidade do número de cromossomos (7).

Uma tentativa foi efetuada em Campinas em 1950, pela realização de hibridações entre uma forma haplóide de *C. arabica* duplicada, portanto, com $2n = 44$ cromossomos e homozigota com *C. canephora*, duplicada, também com $2n = 44$ cromossomos (6, 19). Desse cruzamento original foram realizados sucessivos retrocruzamentos com plantas selecionadas de *C. arabica*. Esses cruzamentos deram origem ao café 'Icatu'

Estas plantas assim obtidas vem merecendo particular atenção no plano geral de melhoramento por apresentarem graus variáveis de resistência às raças de *Hemileia vastatrix*, além de boa produtividade e excelente vigor vegetativo (6). Algumas também parecem constituir fonte de resistência à *Colletotrichum coffeanum* (4) e ao nematóide *Meloidogyne exigua* (11), além de outros

Têm sido realizados alguns testes referentes à qualidade da bebida com resultados semelhantes àqueles obtidos do 'Arabusta' (*C. arabica* X *C. canephora* v. *robusta*) da Costa do Marfil. Este último vem sendo detalhadamente investigado pelos franceses (2) em vários aspectos. Já no primeiro cruzamento entre Robusta e Arábica a qualidade da bebida parece já igualar-se à do Arábica. Portanto, a bebida do 'Icatu' pode ser considerada de boa qualidade (12).

Ainda são pouco conhecidas as afinidades genéticas entre as espécies do gênero *Coffea*. Existem dados de cruzamentos e de estudos sobre homologia cromossômica somente de um número pequeno de espécies, principalmente, para aquelas da seção *Eucoffea* (3).

A microsporogênese de dez espécies da seção *Eucoffea* incluindo *C. arabica*, acrescentadas em diferentes ocasiões à coleção do IAC, já foram estudadas

(5, 17, 18, 20, 21). Em todas elas foi observado um processo normal, um número de quiasmas semelhante e formação normal de grão de pólen, confirmando nesse aspecto a validade taxonômica de cada espécie estudada.

A produção de frutos e sementes no híbrido original, bem como nas gerações descendentes ainda é insatisfatória e variável de planta para planta, embora não haja incompatibilidade no número de cromossomos.

MATERIAL E MÉTODOS

As plantas de interesse para a pesquisa encontram-se na coleção da Seção de Genética do IAC, no Centro Experimental em Campinas.

Nove plantas, todas obtidas por enxerto de um único indivíduo de número H 2460, híbrido proveniente do cruzamento entre uma forma haplóide de *C. arabica* L var. *bourbon* (B. Rodr.) Choussy (com número de cromossomos duplicado, portanto, com $2n = 44$ cromossomos e homozigota) e *C. canephora* Pierre ex Froehner var. *robusta* (Linden) Chev. (também com número de cromossomos duplicado, $2n = 44$) (19), foram utilizadas para a coleta do material para os estudos citológicos.

Durante os meses de junho a setembro foram realizadas coletas de ramos florais com botões em fase pré-meiótica. A coleta foi realizada do seguinte modo: no período da manhã eram coletados ramos florais e levados para o laboratório; esses ramos eram colocados em câmara úmida à temperatura de 25°C aproximadamente. Quando os botões apresentavam início de divisão meiótica, observada em preparações citológicas simplificadas, eram coletados e fixados de meia em meia hora para garantir todas as fases do processo.

O fixador empregado foi a solução de Carnoy 3:1 (mistura de álcool etílico absoluto e ácido acético glacial). O fixador foi renovado três vezes em um período de 48 horas. O material foi resfriado e guardado em congelador à temperatura de -20°C no próprio fixador.

As anteras no momento da preparação das lâminas eram esmagadas em carmim acético a 1,2% para liberar as células mães de pólen. As preparações foram montadas como lâminas semi-permanentes (16) e guardadas em geladeira, até um máximo de 15 dias.

Cinco botões coletados ao acaso foram usados na análise de tétrades de micrósporos. Todas as cinco anteras foram utilizadas para cada preparação (colora-

ção com carmim acético) e de cada preparação foram analisadas 100 células mães de pólen, totalizando 500 contagens. As observações sobre a viabilidade do pólen, através de contagens de grãos com protoplasma, foram feitas também em cinco preparações com carmim acético, cada uma representando uma flor. Foi utilizado sempre pólen maduro, coletado no dia da antese, de flores previamente protegidas.

As células mães de pólen, nos diferentes estádios da meiose, foram observadas, interpretadas e fotografadas.

A análise das sementes e dos tipos de frutos foi feita por meio de cortes transversais em 200 frutos coletados ao acaso e no estágio de fruto maduro.

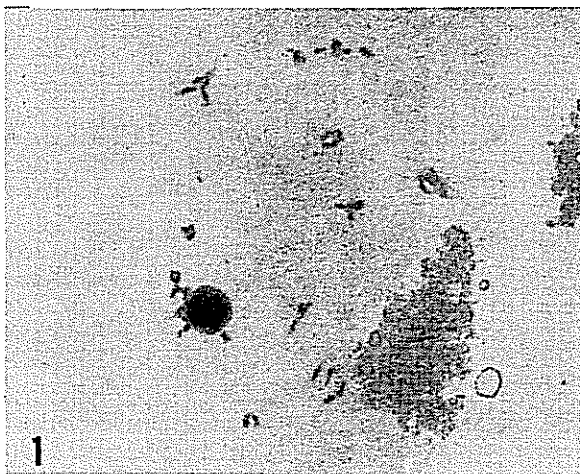
RESULTADOS

Foram analisadas ao todo 661 células mães de pólen. As fases iniciais da prófase meiótica foram normalmente difíceis de interpretar, como nas outras espécies de *Coffea* L. Foi possível constatar um número inconstante de cromossomos já nas células mães, número esse variável a nível de um mesmo botão, de $2n = 42$ a $2n = 46$, sendo 44 o número esperado.

Em fase de diacinese foram observadas 54 células, das quais:

- 40 células mães = 44 cromossomos
- 7 células mães = 45 cromossomos
- 4 células mães = 43 cromossomos
- 2 células mães = 46 cromossomos
- 1 célula mães = 42 cromossomos

Os cromossomos, nessa fase, apresentaram-se na forma de mono-, bi-, tri- e tetravalentes (Fig. 1).



Figs. 1 a 4. Microsporogênese do híbrido H2460.

Fig 1. Diacinese com 45 cromossomos. X 1536;

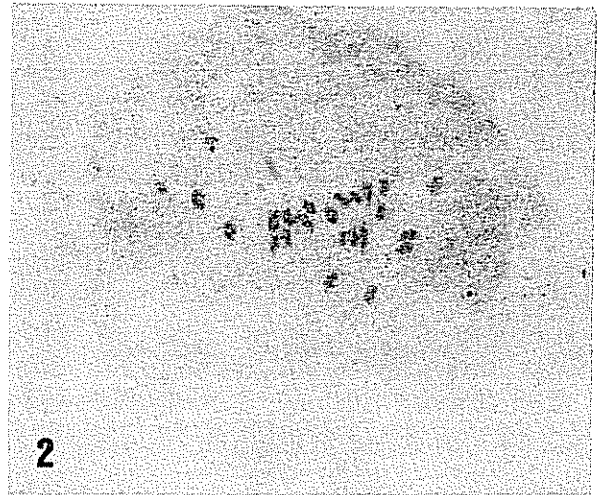


Fig 2 Metáfase I com 23_{II} X 1200.

Em 236 células analisadas em metáfase I, 63 (26.69%) apresentaram 22_{II} , 8 (3.38%) 23_{II} (Fig. 2) e 7 (2.96%) $22_{II} + 1_{I}$.

Todos os tipos de pareamento cromossômico encontrados nessa fase estão no Quadro 1, mostrando a formação em mono-, bi-, tri- e tetravalentes, podendo ainda ser observado que 18 células apresentaram $2n = 45$ cromossomos e 32 células $2n = 46$. O número de monovalentes, presente em quase todas, variou de 1 a 15; a frequência de bivalentes variou de uma célula para outra de 10 a 23 e os multivalentes se apresentaram com uma variação de 1 a 3. A fórmula média do pareamento determinada foi 6.98_{I} ; 15.29_{II} ; 1.09_{III} e 0.85_{IV} . Na figura 3 pode ser observada uma das células que apresentou $7_{I}^{15} 15_{II} 1_{III} 1_{IV}$.

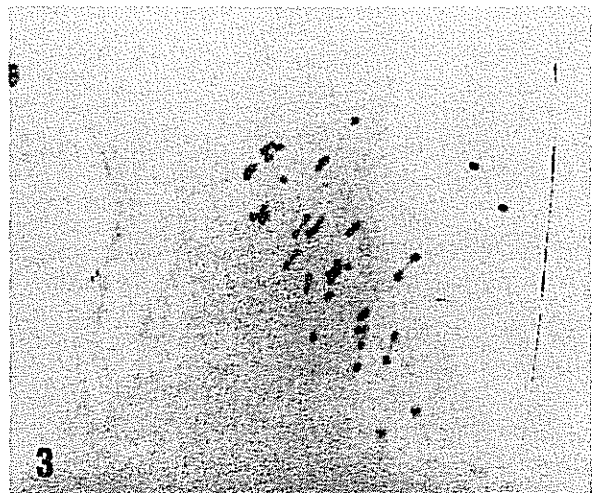


Fig 3 Métafase I mostrando $7_{I}^{15} 15_{II} 1_{III} 1_{IV}$ X 768.

Quadro 1. Tipos mais comuns de pareamento cromossômico em microsporócitos do híbrido H 2460 em metáfase I.

Monovalentes I	Bivalentes II	Trivalentes III	Tetralentes IV	2n	Frequência	%	
—	22	—	—	44	63	26.69	
8	18	—	—	44	10	4.24	
4	20	—	—	44	9	3.81	
9	16	—	—	44	9	3.81	
—	23	—	—	46	8	3.38	
10	17	—	—	44	8	3.38	
12	13	—	2	46	7	2.96	
5	18	1	—	44	7	2.96	
1	22	—	—	45	7	2.96	
5	16	1	1	44	6	2.54	
10	15	—	1	44	6	2.54	
2	19	—	1	44	6	2.54	
7	17	1	—	44	5	2.12	
16	15	—	—	46	5	2.12	
6	19	—	—	44	5	2.12	
7	15	1	1	44	4	1.69	
8	16	—	1	44	4	1.69	
1	18	1	1	44	4	1.69	
5	14	1	2	44	4	1.69	
12	15	—	1	46	4	1.69	
8	14	—	2	44	3	1.27	
3	17	1	1	44	3	1.27	
5	19	1	—	46	3	1.27	
6	13	3	1	45	3	1.27	
7	11	1	3	44	2	0.85	
10	10	2	2	44	2	0.85	
7	13	1	2	44	2	0.85	
9	14	1	1	44	2	0.85	
8	12	3	1	45	2	0.85	
12	11	2	1	44	2	0.85	
6	18	—	1	46	2	0.85	
11	12	3	—	44	2	0.85	
15	10	3	—	44	2	0.85	
6	16	2	—	44	2	0.85	
Outros tipos				44	14	5.93	
Outros tipos				45	2	0.85	
Outros tipos				46	3	1.27	
Média	6.98	15.29	1.09	0.85	—	236	—

Em anáfase I foram estudadas 241 células. Destas, 60 (24.8%) apresentaram a separação normal para os polos de 22 cromossomos, 44 (18.3%) apresentaram a disjunção 23-21 e 45 (18.7%) 20-24 cromossomos. Em 68 células (28.2%) foram observadas a presença de bivalentes retardatários:

Distribuição	No.	%
21 - 2 - 21	16	6.64
22 - 1 - 21	15	6.22
22 - 2 - 20	9	3.73

Distribuição	No.	%
23 - 1 - 20	8	3.32
20 - 4 - 20	4	1.66
19 - 2 - 23	2	0.83
19 - 3 - 22	2	0.83
19 - 1 - 24	2	0.83
18 - 3 - 23	2	0.83
19 - 5 - 20	1	0.41
19 - 4 - 21	1	0.41
21 - 3 - 20	1	0.41

Distribuição	No.	%
18 - 1 - 25	1	0.41
17 - 2 - 24	1*	0.41
17 - 2 - 25	1	0.41
21 - 3 - 21	1*	0.41
19 - 3 - 21	1*	0.41

* Célula mãe com número cromossômico \neq de 44.

Foram observadas ainda 24 células (9.9%) com separações irregulares:

Distribuição	No.	%
22 - 23	8*	3.32
24 - 21	6*	2.48
19 - 25	5	2.07
17 - 27	1	0.41
20 - 22	1*	0.41
20 - 23	1*	0.41
18 - 26	1	0.41
21 - 22	1*	0.41

* Célula mãe com número cromossômico \neq de 44.

Pontes cromatínicas não foram notadas seja em anáfase I ou em anáfase II.

Das separações cromatídicas foram analisadas 130 células que apresentaram a seguinte distribuição para os quatro polos:

Distribuição	No.	%
22 - 22 - 22 - 22	32	25.38
23 - 21 - 23 - 21	28	21.54
22 - 22 - 20 - 24	17	13.07
22 - 22 - 23 - 21	15	11.54
20 - 24 - 21 - 23	8	6.15
20 - 24 - 20 - 24	8	6.15
22 - 21 - 20 - 25	4	3.07
19 - 25 - 22 - 22	4	3.07
19 - 21 - 22 - 26	2	1.54
22 - 21 - 21 - 26	1*	0.77
22 - 21 - 21 - 24	1	0.77
20 - 20 - 22 - 26	1	0.77
19 - 25 - 21 - 23	1	0.77
23 - 24 - 37	1*	0.77
20 - 24 - 18 - 26	1	0.77
24 - 18 - 24 - 18	1*	0.77
21 - 2 - 21 - 21 - 2 - 21	2	1.54
21 - 1 - 22 - 21 - 1 - 22	2	1.54

* Célula mãe com número cromossômico \neq de 44.

Após a ocorrência da citocinese foram observadas tríades (1.2%), tétrades (69.4%), poliades de micrósporos (29.4%) e a presença comum de micrócitos (Quadro 2). A viabilidade dos grãos de pólen encontrada foi de 30.7%. Grãos de tamanhos diferentes evidenciaram inviabilidade pela falta de coloração com carmim (Fig. 4).

Observações em cortes transversais medianos de frutos mostraram 46% de formação normal de sementes, isto é, quando considerado o conteúdo das lojas (67 do tipo moça, 42 x 2 + 33 do tipo chato). Da mesma forma, em 26% houve fertilização (45 + 33 + 13 x 2), mas não houve desenvolvimento das sementes (Quadro 3). Em 28% não houve fertilização em um dos óvulos (67 + 45).

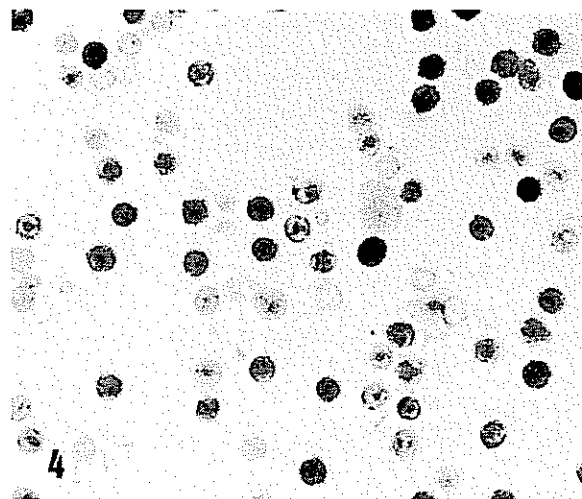


Fig. 4. Campo com grãos de pólen viáveis e inviáveis X 192.

DISCUSSÃO

A citologia de *C. arabica* foi estudada por Mendes em 1950 (20) que concluiu ter essa espécie um comportamento meiótico normal, com pareamento na forma de bivalentes, isto é, comportamento de uma planta dissômica.

A microsporogênese em *C. canephora*, com 22 cromossomos, foi estudada também em 1950 (21) e mostrou igualmente um processo de pareamento e de separação dos cromossomos, dando, no final, grãos de pólen com 11 cromossomos e fertilidade alta. Somente uma pequena porcentagem (6.32%) de células mães de pólen apresentaram uma separação anormal na divisão reducional com 10 e 12 cromossomos. Portanto, 93.68% das células mães dividiam-se normalmente.

Quadro 2. Formação de micrôsporos em Tétrades, Triades, Pêntades e micrócitos no híbrido H 2460.

Tipos de formação	Tétrades	Triades	Pêntades	Tétrades com micrócitos			Triades com micrócitos		Total
				1	2	3	1	2	
No de células	347	6	6	113	17	3	2	6	500
%	69.4	1.2	1.2	22.6	3.4	0.6	0.4	1.2	

No híbrido H 2460, é indiscutível a irregularidade observada em todas as fases da meiose. É esperado, portanto, que esta irregularidade vá ocasionar um número reduzido de frutos e sementes e progênies com muitos indivíduos aneuplóides.

Anormalidades são mesmo esperadas neste caso no comportamento meiótico porque, além de tratar-se de um híbrido interespecífico (15) é também uma forma poliplóide.

Em outras espécies diplóides também é comum ser observado um comportamento essencialmente regular no processo meiótico (5, 17 e 18). O híbrido H 2460 mostrou-se bastante irregular em todo o processo, desde o modo do pareamento, em oposição ao que esses autores observaram, irregularidades essas portanto, causadas certamente pela sua origem.

A planta híbrida tem indiscutivelmente 44 cromossomos. No entanto, parece haver já no tecido somático uma instabilidade na divisão mitótica, o que explica o aparecimento de algumas células mães de pólen com número diferente de 44 cromossomos, número esse que variou de 42 a 46. Essa instabilidade no tecido esporógeno nunca foi observada em espécies de *Coffea* L.

A partir de diacinese foi observada a presença de monovalentes, trivalentes e tetravalentes que se mantiveram até metáfase I.

Quadro 3. Tipos de frutos observados no híbridos H 2460.

Tipo do fruto	Conteúdo das lojas	Conteúdo p/ fruto No.	%
"Moca"	1 endosperma	67	33.5
	1 perisperma	45	22.5
"Chato"	2 endospermas	42	21.0
	1 endosp. + 1 perisp.	33	16.5
	2 perispermas	13	6.5

Essas irregularidades apresentaram-se numa frequência alta, principalmente considerando o grande número de monovalentes encontrado em metáfase I (Quadro 1), o que pode ser explicado por ter sido estudada a planta original do cruzamento.

Segundo Louarn (14), que estudou híbridos interespecíficos entre *C. canephora* e *C. eugenioides* More, concluiu que os monovalentes observados em metáfase I seriam resultantes de uma falta de pareamento (assinapse) ou de ausência de quiasmas (dessinapse); eles corresponderiam, portanto aos cromossomos "parentais" que teriam conservado sua estrutura original onde certos monovalentes não resultariam de uma terminalização antecipada dos quiasmas à frente do estágio de metáfase I, mas seriam resultantes de uma disjunção precoce, porém normal, que se oporia à existência de uma recombinação.

Kammacher e Capot (13), através do exame da conjugação cromossômica durante a metáfase I de um híbrido (F_1) triplóide entre *C. arabica* ($2n = 44$) e *C. canephora* ($2n = 22$), concluíram que a espécie *C. arabica* não seria um tetraplóide, mas um anfidiplóide portador de dois genomas $n = 11$ dos quais um, cujos cromossomos são relativamente pequenos, estaria muito próximo da estrutura cromossômica do genoma da espécie atual *C. canephora*. A consequência disto, portanto, seria uma maior frequência de monovalentes (7.8_I).

Owuor (24), estudando a meiose do híbrido 'Arabusta', encontrou uma frequência de associação cromossômica, em 75 células examinadas em metáfase I, de $6.1 \pm 0.8_I$; $17.4 \pm 0.4_{II}$; 0.8 ± 0.1 e $0.2 \pm 0.2_{IV}$. Comparando esses dados com os obtidos neste trabalho para o híbrido H 2460, nota-se que os mesmos foram muito semelhantes em relação aos monovalentes e trivalentes (6.98_I e 1.09_{III}), quanto aos bivalentes foi encontrado uma média de dois a menos (15.29_{II}) e um dobro de tetravalentes (0.85_{IV}).

Grassias estudando este mesmo híbrido (24), atribuiu a alta frequência de monovalentes como decorrente de separação precoce de bivalentes e tetrava-

lentes com um inevitável aumento na regularidade da disjunção para os polos em anáfase I (48.4 ± 5.8), ao passo que no híbrido H 2460 somente 24.1% das células analisadas apresentaram a disjunção normal de 22 cromossomos para cada polo.

Owuor (24) encontrou apenas 2.5 ± 1.1 de bivalentes retardatários, enquanto que este fato foi observado aqui em 28.2% das células analisadas. Talvez, implicações mais de ordem genética possam ser atribuídas para explicar essa diferença.

Sobre a conjugação cromossômica em uma análise de 50 células em metáfase I de *C. canephora* + Co (Y.M.S. Boaventura e N.D. da Cruz, dados não publicados) foi obtida uma fórmula média de $3.79_{I}; 15.45_{II}; 0.58_{III}$ e 1.72_{IV} .

Há uma tendência, no modo de pareamento do híbrido H 2460, de apresentar o dobro dos valores observados no *C. canephora* + Co em relação aos monovalentes e trivalentes e a metade de tetravalentes em relação àquela espécie.

Estes dados parecem indicar em café maior independência de homologia cromossômica para o pareamento, atuando mais eficazmente o controle genético.

A formação de multivalentes em diacinese e metáfase I promove durante a anáfase I uma disjunção desigual no número de cromossomos para os dois polos. Essa formação dificulta a própria separação dos cromossomos, o que vai ocasionar retardatários que poderão ficar retidos no citoplasma, sem serem incluídos em nenhum dos núcleos filhos, ou serem incluídos em qualquer desses núcleos aleatoriamente. Formam-se, nesse caso, núcleos com número de cromossomos tal que se forem viáveis promoverão a formação de aneuplóides.

Medina (15) estudou o comportamento da microsporangênese em nove híbridos interespecíficos de espécies diplóides de *Coffea* e encontrou uma alta esterilidade no pólen, embora com alta frequência de pareamento. Esse mesmo grau de esterilidade, determinado em 70%, também foi verificado para o híbrido H 2460.

A fertilidade do pólen é muito reduzida em tetraplóides, se comparada aos diplóides (1). Anormalidades meióticas que promovem uma separação irregular e uma distribuição desigual de cromossomos para os diferentes polos tem resultado não só na variação do tamanho do pólen como também em baixa fertilidade do mesmo que pode se reduzir à metade nos tetraplóides induzidos quando comparados aos diplóides (9).

O café Arábica é um poliplóide que apresenta comportamento meiótico de forma regular, isto é comporta-se verdadeiramente como uma planta dissômica. Porém, neste híbrido, o genoma de *C. canephora* foi duplicado. Sem considerar a probabilidade de um destes genomas ser comum à *C. arabica*, a redução na fertilidade em poliplóides induzidos é geralmente atribuída à associação em multivalentes dos cromossomos durante a sinapse, ocasionando uma separação diferenciada (10). Isto talvez explique a alta taxa de esterilidade apresentada pelo híbrido (70%).

Stebbins (25), mantém a idéia de que a esterilidade é, principalmente, devido mais a fatores controlados geneticamente do que aqueles de natureza desconhecida. Müntzing (23) também acredita que a fertilidade em auto bem como em alopólíides é influenciada não somente pela presença ou ausência de multivalentes mas por outros tipos de controle genético.

Essas irregularidades são evidenciadas na frutificação e nas sementes do híbrido H 2460. O mesmo pode ser observado na análise do número de sementes e tipos de frutos, quando se comparam os dados de *C. canephora* duplicado (Y.M.S. Boaventura e N.D. da Cruz, dados não publicados), do híbrido H 2460 (Quadro 3) e de plantas normais de *C. arabica* (8).

Em café observa-se a formação de dois tipos de frutos, o tipo "chato", que é o desenvolvimento normal de uma semente em cada uma das lojas do ovário, e do tipo "moca", que apresenta desenvolvimento da semente em apenas uma loja (22).

A espécie *C. canephora* apresenta uma quantidade elevada de grãos "moca" (grãos onde só um óvulo é fertilizado (22)), característica esta que se acentuou em *C. canephora* + Co, pois, neste caso apenas 2.38% dos frutos analisados foram do tipo "chato". Cruz (8), analisando uma série de plantas de *C. arabica* (cv. Mundo Novo) dissômicas, portanto normais, observou que aproximadamente 75% dos frutos formados em *C. arabica* eram do tipo "chato". Ao se analisar os frutos formados no híbrido H 2460 foi verificado que ele se comporta como intermediário entre as duas espécies citadas, apresentando 21.0% de frutos tipo "chato" e 33.5% de frutos tipo "moca".

CONCLUSÕES

Das observações realizadas conclui-se que:

- 1) As plantas apresentam $2n = 44$ cromossomos, mas o número de cromossomos nas células mães é variável até mesmo dentro de um mesmo botão, provavelmente por inconstância nas mitoses do tecido somático;

- 2) Ocorrem irregularidades em frequências variáveis em todo o processo meiótico;
- 3) Que a baixa produção apresentada na geração F₁ pelo híbrido H 2460 é decorrente destas irregularidades na meiose;
- 4) O maior número de grãos "moca" e lojas só com perisperma é decorrente das anormalidades citológicas e genéticas.

LITERATURA CITADA

1. BURNHAN, C.R. 1962. Discussions in cytogenetics. Burgess Publishing Company, First Edition, Minnesota.
2. CAPOT, J. 1972. L'amélioration du caféier en Côte d'Ivoire. Les hybrides "Arabusta". Café Cacao Thé (Paris) 16(1):3-18.
3. CARVALHO, A.; FERWERDA, F.P.; FRAHN-LELIVELD, J.A.; MEDINA, A. D.M.; MENDES, J.T. MONACO, L.C. 1969. *Coffea* in outlines of perennial crop breeding in the tropics. Ed by F.P. Ferwerda and F. Wit Vessman & Zonen. Wageningen.
4. CARVALHO, A.; MONACO, L.C.; VAN DER VOSSEN, H.A.M. 1976. Café Icatu como fonte de resistência a *Colletotrichum coffeanum*. Bragantia 35:343-347.
5. CONAGIN, C.H.I.M. 1961. Microsporogênese, incompatibilidade e esterilidade masculina em *Coffea congensis* Froehner. Bragantia 20:669-677.
6. COSTA, W.M. 1978. Relação entre grau de resistência a *Hemileia vastatrix* e produtividade no café Icatu. Bragantia 37(1):1-9.
7. CRAMER, P.J.S. 1957. Review of literature on coffee research in Indonesia. Interamerican Institute of Agricultural Science, Turrialba - Costa Rica, 262 p. (Miscellaneous Publ. No. 15).
8. CRUZ, N.D. da. 1972. Aneuplóides de café. Aspectos morfológicos e citológicos na análise de duas progênies do café 'Mundo Novo' (*Coffea arabica* L.). Tese de doutorado apresentada à ESALQ, da Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil. 106 p.
9. DAS, B.C.; PRASAD, D.N.; SIKDAR, A.K. 1970. Colchicine induced tetraploids of mulberry. Caryologia 23(3):283-293.
10. DARLINGTON, C.D. 1937. Recent advances in cytology. 2nd. Edition, J & A Churchill Ltd., London.
11. FAZUOLI, L.C.; MONACO, L.C.; CARVALHO, A.; SCALI, M.H. 1974. Estudo da resistência do caféiro a nematóides. Reunião de Nematologia. Sociedade Brasileira de Nematologia (Piracicaba, "P") 25-26 p. Publicação No. 1.
12. FAZUOLI, L.C.; CARVALHO, A. MONACO, L.C.; TEIXEIRA, A.A. 1977. Qualidade de bebida do café Icatu. Bragantia 36:165-172.
13. KAMMACHER, P.; CAPOT, J. 1972. Sur les relations caryologiques entre *Coffea arabica* et *Coffea canephora*. Café Cacao Thé, vol. XVI No. 4:289-294.
14. LOUARN, J. 1976. Hybrides interspécifiques entre *Coffea canephora* Pierre et *C. eugenioides* Moore. Café Cacao Thé 20(1):33-52.
15. MEDINA, D.M. 1972. Caracterização de híbridos interespecíficos de *Coffea*. Tese de doutorado apresentada à ESALQ, da Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil. 111 p.
16. MEDINA, D.M.; CONAGIN, C.H.I.M. 1964. Técnica citológica. Instituto Agrônomo. Publicação No. 2610.
17. MEDINA, D.M.; RIJO, L. 1969. Microsporogênese em *Coffea stenophylla* G. Don e *C. salvatrix* Swynn et Phil. Bragantia 28(25):307-322.
18. MEDINA, D.M.; CONAGIN, C.H.I.M.; da CRUZ, N.D. 1977. Microsporogênese in diploid species of *Coffea* L. Caryologia 30(1):13-25.
19. MENDES, A.J.I. 1947. Observações citológicas em *Coffea* XI. Métodos de tratamento pela colchicina. Bragantia 7:221-230.
20. MENDES, A.J.I. 1950. Observações citológicas em *Coffea* XV. Microsporogênese em *Coffea arabica* L. Bragantia 10(3):79-87.
21. MENDES, C.H.I. 1950. Observações citológicas em *Coffea* XIV. Microsporogênese em *Coffea canephora* Pierre ex Froehner. Bragantia 10:97-104.
22. MENDES, A.J.I.; MEDINA, D.M.; CONAGIN, C.H.I.M. 1954. Citologia do desenvolvimento dos frutos sem sementes no café "Mundo Novo". Bragantia 13(22):257-279.
23. MÜNTZING, A. 1951. Cytogenetic properties and practical values of tetraploid rye. Hereditas 37:18-84.
24. OWUOR, J.B.O. 1985. Interspecific hybridization between *Coffea arabica* L. and tetraploid *C. canephora* P. ex Fr. II. Meioses in F₁ hybrids and backcrosses to *C. arabica* Euphytica 34:355-360.
25. STEBBINS, G.L. (Jr) 1947. Types of poliploids: Their classification and significance. Advances in Genetics 1:403-430.
26. SYBENGA, J. 1960. Genética y cytologia del café. Turrialba 10(3):83-138.
27. TEIXEIRA, A.A.; CARVALHO, A.; FAZUOLI, L.C. 1979. Avaliação da bebida e outras características de cultivares de *Coffea canephora* e *Coffea congensis*. Bragantia 38:37-46.