

# BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 24

Campinas, março de 1965

N.º 17

## HIBRIDAÇÕES ENTRE *COFFEA ARABICA* E *C. KAPAKATA*. ANÁLISE CITOLÓGICA DE UM HÍBRIDO TRIPLÓIDE (1)

L. C. MÔNACO, engenheiro-agrônomo, Seção de Genética, e DIXIER M. MEDINA, engenheiro-agrônomo, Seção de Citologia, Instituto Agrônomo

### RESUMO

Os cruzamentos realizados entre *Coffea arabica* e *C. kapakata* revelaram que há possibilidade de hibridação entre estas duas espécies e que o pegamento é bem mais elevado quando *C. arabica* é usada como planta feminina. Os resultados das hibridações realizadas, acrescidos aos já existentes sobre a relação de compatibilidade de *C. kapakata* com outras espécies, vêm reforçar a sua inclusão dentro do gênero *Coffea*.

As observações feitas na meiose de um híbrido triplóide entre *C. arabica* e *C. kapakata* demonstraram a formação de 1,33<sup>III</sup>, 9,45<sup>II</sup> e 10,07<sup>I</sup>, em média, para diacinese e primeira metáfase. As separações anafásicas são irregulares, bem como as tétrades produzidas. Os grãos de pólen contêm, em sua maioria, 13 a 17 cromossomos.

Os híbridos triplóides são vigorosos e vêm sendo utilizados no melhoramento, visando introduzir nos cultivares de *C. arabica* a resistência à seca presente em *C. kapakata*.

### 1 — INTRODUÇÃO

A espécie *Coffea kapakata* Hirsch., devido as suas diferenças morfológicas, foi transferida por Chevalier para o gênero *Psilanthopsis*. Todavia, Carvalho & Mônaco (3), baseados nas características morfológicas da espécie *kapakata* e na facilidade com que produz híbridos com algumas espécies do gênero *Coffea*, concluíram pela sua manutenção no gênero *Coffea*, como originalmente havia sido proposto por Hirschfeldt, na subseção *Mozambicoffea*.

Estudos citológicos realizados por Bouharmont (1) revelaram que *C. kapakata* possuía 36 cromossomos, diferindo, pois, do número básico  $n = 11$  estabelecido para o gênero. Estudos posteriores do mesmo autor (2) demonstraram que a espécie estudada não era *C. kapakata* e

(1) Recebido para publicação em 25 de fevereiro de 1965.

que esta, na realidade, apresentava  $2n = 22$ , confirmando, aliás, as determinações feitas na Seção de Citologia (7). Verificou, ainda, que, do ponto de vista da morfologia dos cromossomos somáticos, esta espécie é muito semelhante a *C. racemosa* Lour. e *C. lingustroides* Moore, ambas da subseção *Mozambicoffea*.

No presente trabalho são apresentados novos dados sobre a capacidade de cruzamento de *C. kapakata* com a espécie *C. arabica*, bem como a análise citológica de um híbrido ( $2n = 33$ ) entre essas espécies.

## 2 — HIBRIDAÇÕES DE *C. ARABICA* E *C. KAPAKATA*

Observações realizadas sobre a capacidade de hibridação de espécies vegetais com diferentes níveis de ploidia revelaram que as espécies com maior número de cromossomos funcionam melhor como plantas femininas. Por este motivo, e como as duas espécies de *Coffea* diferem quanto ao número de cromossomos, procurou-se analisar, separadamente, os cruzamentos nos dois sentidos.

As hibridações empregando *C. kapakata* como planta feminina foram menos numerosas, devido ao reduzido número de flores produzidas. Os dados de cruzamentos, bem como dos retrocruzamentos, são apresentados no quadro 1.

Para o cálculo das relações sementes/óvulos, o número de óvulos foi admitido como sendo exatamente o dobro do número de flores, não se levando em consideração os raros frutos triloculares.

Nota-se que a relação mudas/óvulos é maior nas hibridações em que *C. arabica* foi usada como planta feminina, tanto nos cruzamentos como nos retrocruzamentos. Observa-se, além disso, que os números relativos que aparecem no quadro 1, são muito semelhantes ou até maiores que aqueles antes obtidos em cruzamentos de *C. arabica* com outras espécies do gênero (4).

Com relação à morfologia dos híbridos, verifica-se que as plantas triplóides são vigorosas, com brotos escuros e coloração de haste semelhante à observada em *C. kapakata*. As folhas são de tamanho intermediário e as inflorescências apresentam, no geral, mais do que duas flores cada uma. Os frutos vermelhos são pouco mais claros do que os da variedade *arabica* de *C. arabica*, porém, apresentam as arestas menos acentuadas que as da *kapakata*. Os híbridos são estéreis e todos os seus frutos apresentam uma única loja desenvolvida, a qual é, fre-

QUADRO 1. — Número de flores polinizadas, frutos, sementes e mudas e porcentagem de sementes ou mudas em relação a óvulos, em híbridos entre as espécies *Coffea arabica* e *C. kapakata*

Cruzamentos	Híbridos	Flores	Frutos	Sementes	Mudas	Sementes/ /óvulos	Mudas/ /sementes	Mudas/ /óvulos
	n.º	n.º	n.º	n.º	n.º	%	%	%
<i>arabica</i> x <i>kapakata</i> .....	13	426	185	216	31	25,3	14,4	3,6
<i>kapakata</i> x <i>arabica</i> .....	5	45	2	1	0	1,1	0	0
<i>arabica</i> x ( <i>arabica</i> x <i>kapakata</i> ) .....	7	453	6	9	3	1,0	33,3	0,3
( <i>arabica</i> x <i>kapakata</i> ) x <i>kapakata</i> .....	2	84	0	0	0	0	0	0
( <i>arabica</i> x <i>kapakata</i> ) x <i>arabica</i> .....	2	159	8	8	2	2,5	25,0	12,5

QUADRO 2. — *Coffea arabica* x *C. kapakata*. Observações sôbre as associações cromossômicas encontradas em diacinese e metáfase I num total de 68 células

Frequência	Trivalentes	Bivalentes	Monovalentes
2	—	10	13
5	—	11	11
3	1	8	14
10	1	9	12
15	1	10	10
4	1	11	8
4	1	12	6
2	2	7	13
5	2	8	11
9	2	9	9
3	2	10	7
1	2	11	5
1	3	6	12
3	3	7	10
1	3	9	6
Total ..... 68			
Média .....	1,33	9,45	10,07

qüentemente, desprovida de semente ou com endosperma mal formado. Quando autofecundados, os híbridos não frutificam; suas sementes, portanto, devem ser oriundas de cruzamentos com outros cafeeiros localizados nas vizinhanças.

### 3 — ANÁLISE CITOLÓGICA

A microsporogênese foi estudada no híbrido H.3274-1, segundo a técnica descrita por Medina (6) e Medina e Conagin (8), dando-se especial atenção às associações cromossômicas e à distribuição numérica dos cromossomos para formação do pólen.

Em diacinese e metáfase I, as associações encontradas são muito semelhantes: em 68 células examinadas encontrou-se, em média,  $1,33_{III}$ ;  $9,45_{II}$ ;  $10,07_I$  (quadro 2); somando-se as associações de bivalentes e trivalentes, tem-se 10,78, o que significa que, aproximadamente,

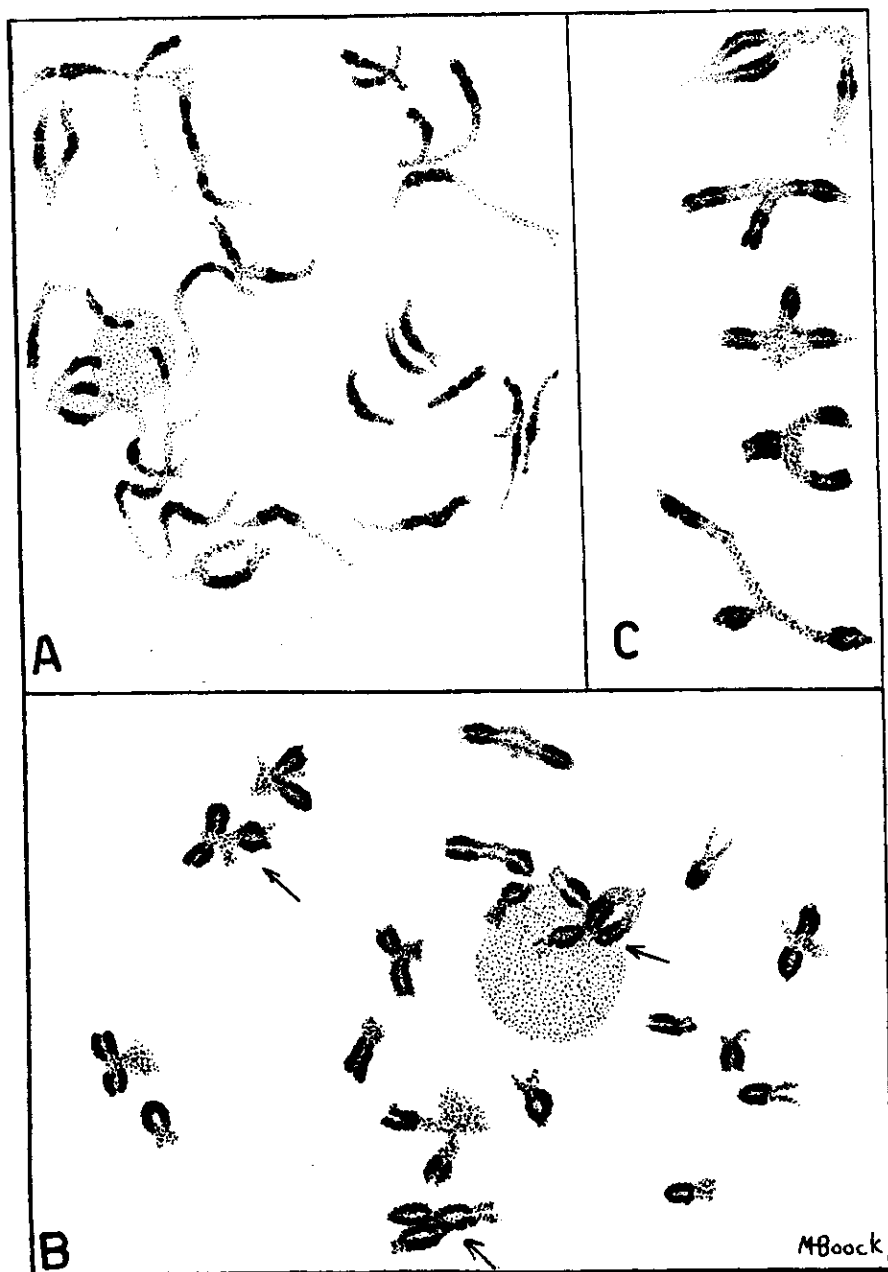


FIGURA 1. — *Coffea arabica* x *C. kapakata* — A — Diplotene mostrando os 33 cromossomos em diferentes associações: x 1440. B, Diacinese com  $3_{III} + 7_{II} + 10_{I}$ . x 1820. C. Alguns dos aspectos apresentados por trivalentes em diacinese. x 2320.

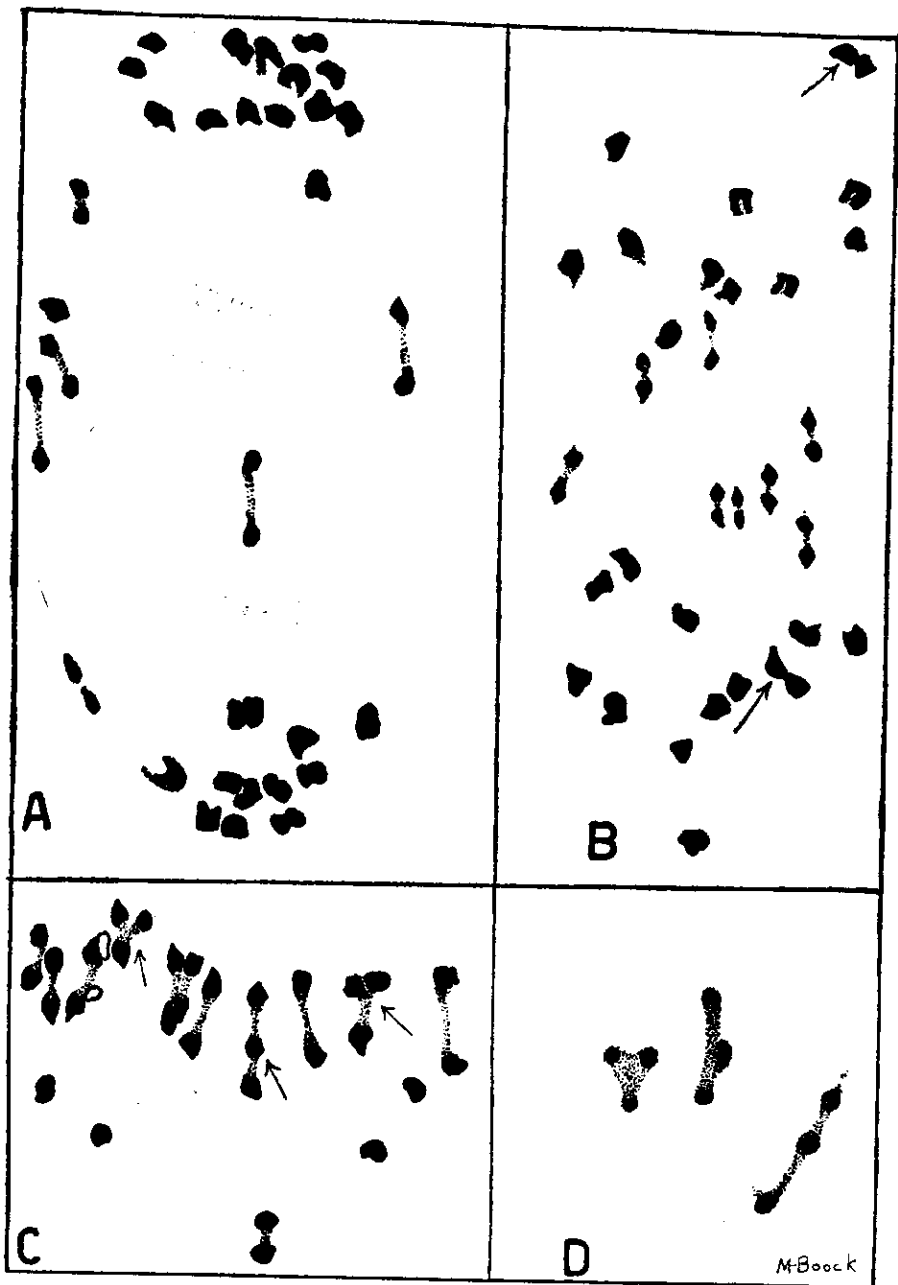


FIGURA 2. — *Coffea arabica* x *C. kapakata*. A a D x 2320. A e B. Anáfase I com divisão pré-equacional de 6 e de 8 monovalentes, respectivamente. Em B, as flechas indicam dois bivalentes que passaram para os polos sem se dividir. C. Metáfase I com  $3_{III} + 9_{II} + 6_{I}$  (os trivalentes estão indicados pelas flechas). D. Alguns aspectos apresentados pelos trivalentes na metáfase.

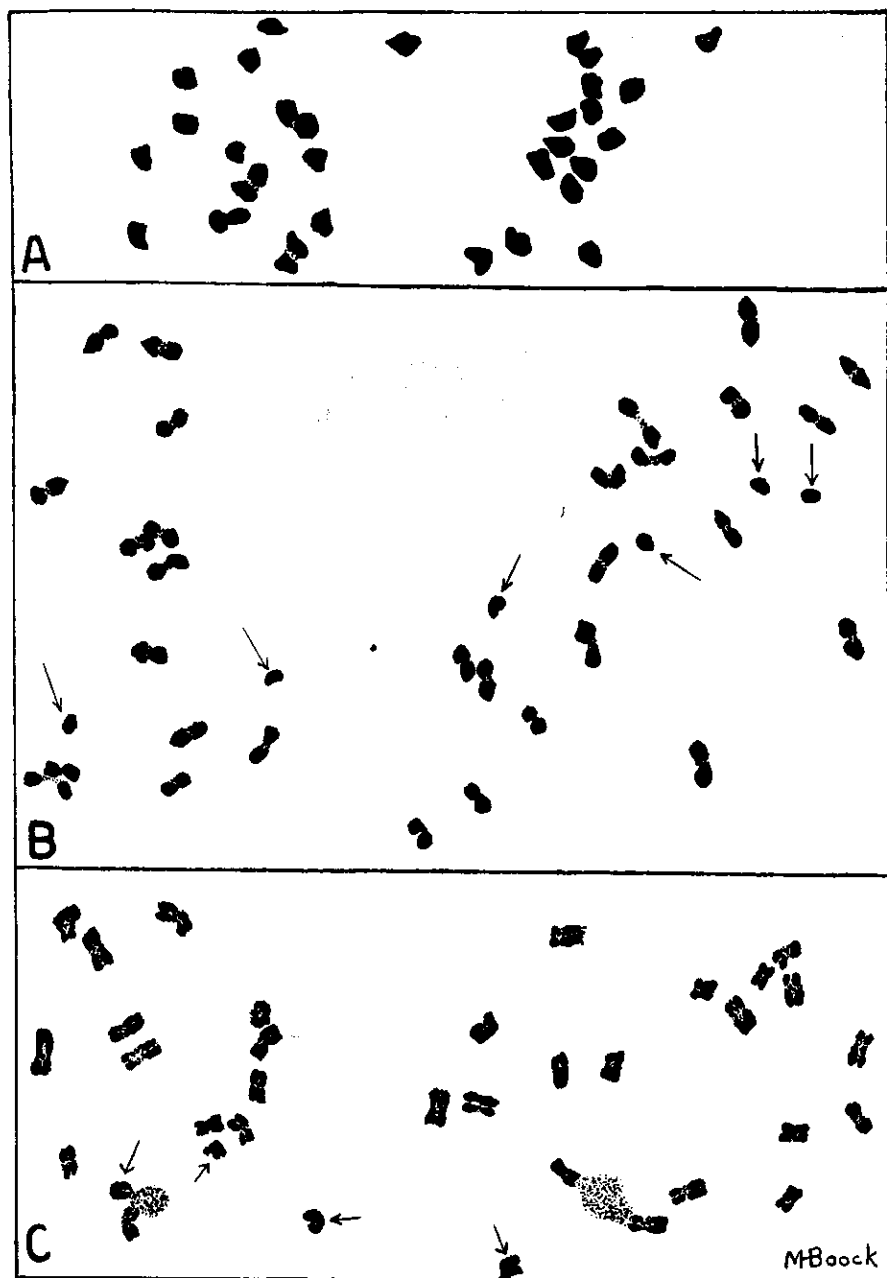


FIGURA 3. — *Coffea arabica* x *C. kapakata*. A a C. x 2320. A. Anáfase I: alguns bivalentes encaminharam-se para os polos sem se separar. B. Metáfase II mostrando, num polo, 13 cromossomos duplos e dois simples, e, no outro, 17 duplos e quatro simples. (Os simples devem corresponder a três monovalentes que se dividiram na primeira divisão). C. Prófase II; em cada conjunto, veem-se dois monovalentes indicados pelas flechas.

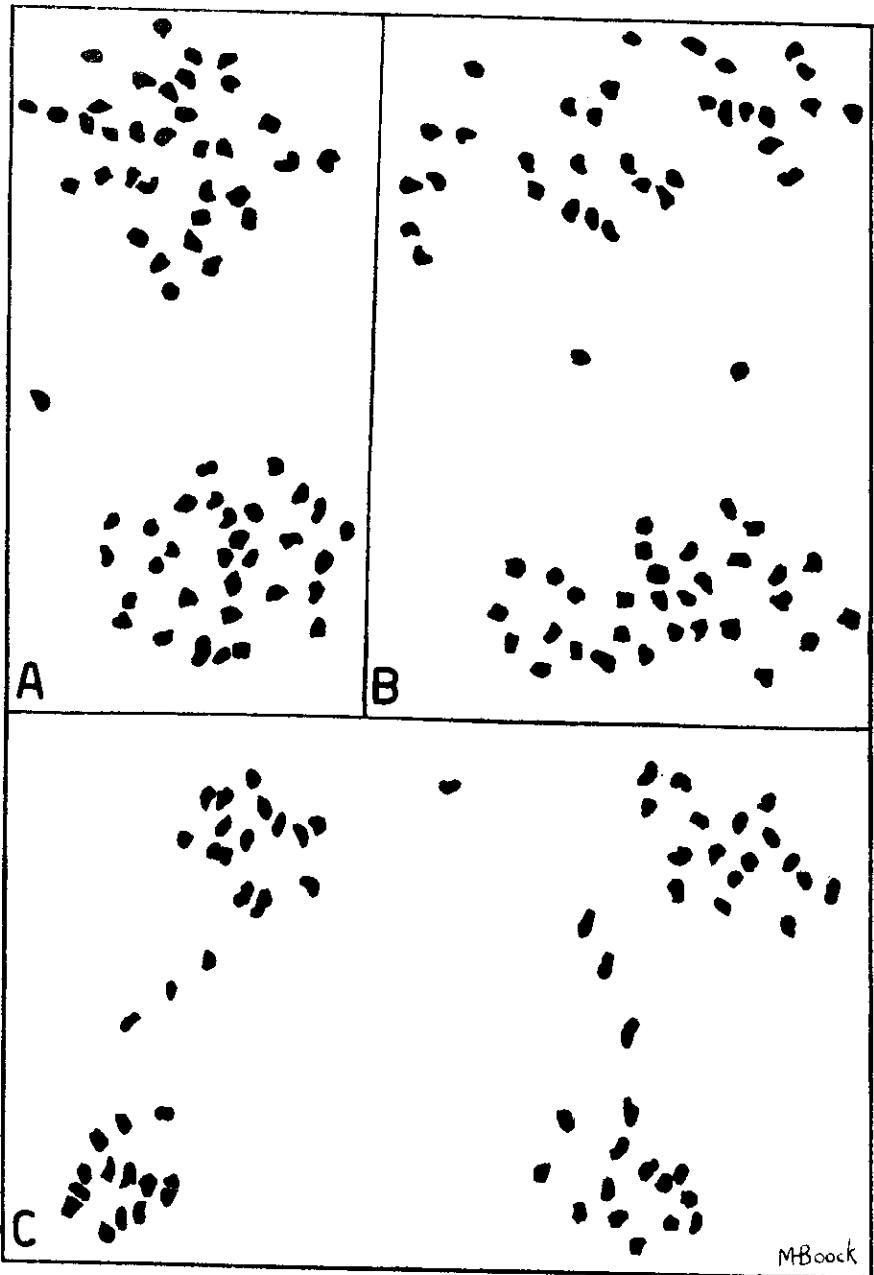


FIGURA 4. — *Coffea arabica* x *C. kapakatu*. A e B. x 2320. Início da segunda anáfase, com, respectivamente, um e dois cromossomos "laggards" da primeira divisão. C. Anáfase II com "laggards" da primeira e da segunda separações. x 1820.



11 cromossomos se unem em pares, 10 não se associam e um deles se associa a um dos bivalentes, formando um trivalente.

Em anáfase I observa-se, freqüentemente, a divisão pré-equacional de monovalentes: em 39 células encontraram-se de 2 a 9 monovalentes assim divididos, sendo mais freqüentes as células com 6 a 8. Alguns cromossomos (1 a 6) não atingem os polos e se perdem.

Devido às irregularidades ocorridas na primeira anáfase, os agrupamentos encontrados em metáfase II são formados de cromossomos duplos, prontos para a separação, e de alguns simples; estes correspondem aos monovalentes que se dividiram com antecipação. Agrupamentos com 26 até 38 cromossomos foram encontrados em 50 micropocitos, sendo mais freqüentes os de 31 a 34, que constituíam 57% dos polos.

Em anáfase II, a separação dos cromossomos raramente se efetua sem «laggards», verificando-se uma perda de 2 a 11 cromossomos. O número de cromossomos incluídos em cada polo variou, no material estudado, entre 10 e 20; em 120 polos analisados, 90, ou seja, 75%, apresentavam 13 a 17 cromossomos.

Como era de se esperar, as tétrades são irregulares: entre 800 observadas, somente 116 (14%) apresentavam 4 micrósporos; a grande maioria mostrava além de quatro micrósporos irregulares, micronúcleos ou micrócitos, ou ambos.

#### 4 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Comparando-se as porcentagens de cruzamentos de *C. arabica* com outras espécies do gênero, como *C. racemosa* ou *C. dewevrei*, verifica-se que os híbridos com *C. kapakata* são mais facilmente obtidos. Todavia, os dados de cruzamentos ou as relações entre flores, sementes e mudas obtidas podem ter pequena importância na estimativa da proximidade entre as espécies. Admitindo-se como definição que espécie é toda a população pertencente ao mesmo conjunto gênico, cujos indivíduos podem, portanto, trocar gens na natureza, verifica-se que as informações sobre a capacidade de cruzamento artificial podem levar a conclusões errôneas. Seria de todo interesse examinar as zonas de distribuição, onde algumas das espécies são simpátricas, e a existência de barreiras de isolamento. Para o caso de *C. arabica* e *C. kapakata* suas distribuições são alopátricas, estando isoladas pelo menos geograficamente.

A análise citológica também não permite separar as espécies, porém, fornece elementos fundamentais para estabelecer a sua evolução filogenética. O estudo da meiose do híbrido entre *C. kapakata* e *C. arabica* mostra, no que diz respeito às separações anafásicas, divisão pré-equacional de monovalentes e ao número de cromossomos nos micrósporos formados, dados muito semelhantes aos observados no híbrido entre *C. racemosa* e *C. arabica* (6).

Comparando-se os dados obtidos para o híbrido com *kapakata* com os anteriormente obtidos para o híbrido de *arabica* e *canephora* (5), nota-se, neste último, uma tendência mais forte para a formação de trivalentes; por outro lado, o número de monovalentes também é maior na hibridação com *canephora*.

As informações obtidas para o *C. kapakata* justificam a imperiosa necessidade de uma revisão do gênero *Coffea* e gêneros afins, não somente do ponto de vista taxonômico como citológico. Para *C. kapakata* seria de interesse observar, em regiões de Angola, onde sua distribuição coincide com a de *C. canephora*, a ocorrência de híbridos naturais. A espécie *canephora* tem sido considerada como um dos elementos participantes na formação de *C. arabica*.

Do ponto de vista prático, os híbridos de *C. kapakata* e *C. arabica* poderão ser utilizados na síntese de formas com maior tolerância a condições de seca, em vista de *C. kapakata* ser portador de fatores que conferem elevada resistência a condições adversas de clima. Se os híbridos, após duplicação de cromossomos, não puderem ser diretamente utilizados, poderão pelo menos servir de elos para transferir, por retrocruzamentos, aos cultivares de *C. arabica*, segmentos cromossômicos portadores dos fatores para resistência à seca.

#### CROSSABILITY BETWEEN *C. ARABICA* AND *C. KAPAKATA* AND CYTOLOGICAL ANALYSIS OF THE HYBRID

##### SUMMARY

The ability of *C. kapakata* to cross with *C. arabica* was analysed in the present paper. The ratios between seed-ovules, seedling-seeds and seedling-ovules were taken into account in order to evaluate the kinhood of the two species. It was found that the crossing rate was higher when *C. arabica*, the tetraploid species, was used as female. In the backcrosses it was found that the hybrid could not be crossed with *C. kapakata*, while *C. arabica* crosses in both directions with the F<sub>1</sub> hybrid. The hybrids were morphologically intermediate to both species.

Observations were made about the meiosis of one of the hybrids. The chromosome associations were in average 1.33<sub>III'</sub>, 9.45<sub>II</sub> and 10.07<sub>I'</sub>, for diakinesis and first metaphase. The distribution of the chromosomes during anaphase as well as the tetrads are abnormal. The pollen grains contain more frequently from 13 to 17 chromosomes.

The hybrids between *C. arabica* and *C. kapakata* have been used as bridge for transferring drought resistance of *C. kapakata* to the cultivars of *C. arabica*.

### LITERATURA CITADA

1. BOUHARMONT, J. Recherches sur les affinités chromosomiques dans le genre *Coffea*. Publ. INEAC, Série Scientifique 77. 94 p. 1959.
2. ————. Somatic chromosomes of some *Coffea* species. Euphytica 12: 254-257. 1963.
3. CARVALHO, A. & MÓNACO, L. C. Híbridos entre *Coffea* e *Psilanthopsis*. Bragantia 18: XXI-XXIX. 1959.
4. KRUG, C. A. & CARVALHO, A. Melhoramento do cafeeiro. V — Melhoramento por hibridação. Bragantia 12: [141]-152. 1952.
5. ———— & MENDES, A. J. T. Observações citológicas em *Coffea* — IV. Bragantia 1: [467]-482. 1941.
6. MEDINA, D. M. Microsporogênese em um híbrido triplóide de *Coffea racemosa* Lour. x *C. arabica* L. Bragantia 22: [299]-318. 1963.
7. ————. *Psilanthopsis kapakata*. Relatório da Seção de Citologia do Instituto Agronômico. 1958.
8. ———— & CONAGIN, C. H. T. M. Técnica Citológica. Campinas, Instituto Agronômico, 1964. (Publicação n.º 2610).