

TAXONOMIA DE *COFFEA ARABICA* L. (1)

VI - CARACTERES MORFOLÓGICOS DOS HAPLÓIDES (2)

A. CARVALHO

Engenheiro agrônomo, Secção de Genética, Instituto Agronômico de Campinas

1 - INTRODUÇÃO

As formas haplóides de plantas econômicas, como algodão (12), milho (5), fumo (8, 11, 15), trigo (14, 10), tomate (21), sorgo (4), centeio (34, 35), arroz (33), etc., já foram descritas, e a sua utilização nos planos de melhoramento tem sido ressaltada, algumas vezes. Em quase tôdas as descrições menciona-se que os haplóides, comparativamente às plantas diplóides que lhes deram origem, se apresentam com tamanho mais reduzido, fôlhas e flores menores e, no geral, esterilidade quase completa (4, 6, 11, 12, 15, 21, 39). Assim, uma das primeiras plantas haplóides de *Nicotiana tabacum* var. *purpurea*, descrita por Clausen e Mann (18), correspondia, segundo êsses autores, a uma réplica, em escala reduzida, da planta purpúrea normal. Os haplóides têm sido encontrados espontâneamente em progênies de plantas normais diplóides (12, 22), às vezes, em sementes poliembriônicas (12, 37), entre plantas resultantes de cruzamentos interespecíficos (10), exposição da planta a baixas temperaturas por ocasião do florescimento (13), ou após a polinização com pólen tratado com raios-X (1, 14), etc.

Ao efetuar contagens de estomas nas fôlhas de café, Franco (9) observou que plantas de *Coffea arabica* L. var. *monosperma* Ottoländer et Cramer se sobressaiam das demais variedades dessa espécie pelo número de estomas por unidade de área, semelhante ao das espécies diplóides de *Coffea*. Foram Mendes e Bacchi (31), os primeiros a determinar a natureza haplóide da var. *monosperma*, que só possui 22 cromosômios somáticos. Como é sabido, as demais variedades de *C. arabica* possuem 44 cromosômios, com exceção do *bullata* (*C. arabica* L. var. *bullata* Cramer), que apresenta 66 e 88 cromosômios (16, 17). Êsses autores realizaram investigações sôbre a meiose do *monosperma* (31), chamando atenção para as anomalias existentes na formação dos gâmetas, as quais explicam a escassez de frutos nessas plantas. Bacchi, posteriormente, estudou o desenvolvimento do saco embrionário, verificando, igualmente, várias irregularidades. Cafeeiros *monosperma* apresentam raros frutos e êstes providos de uma única semente e são encontrados

(1) Um resumo dêste trabalho foi apresentado à III.ª Reunião Anual da Sociedade Botânica do Brasil, realizada em Campinas, de 9 a 15 de janeiro de 1952. O trabalho foi 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.

(2) Os termos haplóide e diplóide aqui usados se referem ao número de cromosômios da espécie *C. arabica* e não ao número de cromosômios do gênero *Coffea*.

no meio de algumas plantações de café. Por florescerem abundantemente e produzirem muito pouco, são denominados, vulgarmente, "cafeeiros machos".

No decorrer dos trabalhos sôbre o melhoramento do cafeeiro, em execução na Secção de Genética, em colaboração com a Secção de Café e de Citologia do Instituto Agrônômico, um considerável número de plantas têm sido examinadas, anualmente, nos viveiros, e pertencentes principalmente às variedades econômicas de *C. arabica*. Entre as progênies dêsses cafeeiros, encontram-se, espontâneamente e com frequência reduzida, exemplares do tipo monosperma. Algumas dessas plantas têm sido separadas para a coleção de haplóides e estão sendo submetidas a tratamentos pela Secção de Citologia, para duplicação do número de cromosômios. Como já se encontraram plantas monosperma em diferentes variedades de *C. arabica*, julgou-se conveniente apresentar sua descrição morfológica, como um complemento à taxonomia dessa espécie.

2 - DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Várias plantas haplóides foram encontradas, principalmente nas variedades *bourbon* — *Coffea arabica* L. var. *bourbon* (B. Rodr.) Choussy — e *typica* — *Coffea arabica* L. var. *typica* Cramer —, bem como em outras variedades da mesma espécie. Alguns haplóides a serem descritos, são ainda novos, porém a maioria já atingiu o estágio de florescimento. A sua descrição será feita em comparação com a forma diplóide que lhes deu origem. As contagens de cromosômios foram realizadas pelo Eng. Agr. A. J. T. Mendes, da Secção de Citologia do Instituto Agrônômico. Convém salientar que sempre que se isolaram plantas, cujos caracteres morfológicos indicaram pertencerem ao tipo monosperma, a subsequente análise citológica revelou possuírem elas apenas 22 cromosômios.

2.1 - HAPLÓIDE DE *TYPICA*

As plantas da var. *typica* apresentam fôlhas lisas, bordos muito pouco ondulados e brotos novos de côr bronze claro. Os primeiros exemplares de haplóides dessa variedade foram encontrados nas Estações Experimentais do Instituto Agrônômico, em Ribeirão Preto, em março de 1935, e, em Pindorama, em abril dêsse mesmo ano. Material para enxertia dessas plantas, que têm os numeros RP 109 e P 52, (est. 1-A) foi trazido para Campinas. As dimensões médias de suas fôlhas, em confronto com as da var. *typica*, acham-se no quadro 1. Comparadas com as da var. *typica*, as fôlhas são menores e mais estreitas. São também menos espêssas. Os brotos novos se apresentam com coloração bronze claro. Os ramos são mais finos e as flores, embora perfeitas, são menores. As anteras são quase desprovidas de pólen normal e a superfície estigmática é anormal. O número de frutos produzidos é extremamente pequeno. Notam-se diferenças nas dimensões das fôlhas dos dois haplóides, pois devem ter-se originado de linhagens diferentes da var. *typica*.

QUADRO 1.—Dimensões médias de 100 fôlhas das diversas variedades de café e das respectivas plantas monosperma

Variedade e forma	Plantas	Dimensões médias das fôlhas			
		Comprimento	Largura máxima	Índice	
<i>typica</i> -----	normal -----	Várias	134	51	2,67
	monosperma -----	RP 109 ex	119	33	3,63
		P 52 ex	79	22	3,59
<i>bourbon</i> -----	normal -----	Várias	120	50	2,41
	monosperma -----	RP 13 ex	84	25	3,30
		P 358 ex	98	27	3,57
		P 362 ex	105	29	3,63
		P 370 ex	108	33	3,30
C 357-21	123	33	3,80		
<i>maragogipe</i> -----	normal -----	Várias	144	65	2,21
	monosperma -----	C 631 ex	140	44	3,20
<i>semperflorens</i> -----	normal -----	Várias	101	48	2,12
	monosperma -----	C 702 ex	98	31	3,18
<i>laurina</i> -----	normal -----	Várias	74	31	2,40
	monosperma -----	C 33-8-1	77	25	3,11
<i>erecta</i> -----	normal -----	Várias	116	48	2,42
	monosperma -----	H 1677-1	118	31	3,76
<i>caturra</i> -----	normal -----	Várias	132	55	2,39
	monosperma -----	C 818-1	106	37	2,89
<i>San Ramon</i> -----	normal -----	Várias	103	50	2,06
	monosperma -----	C 601-1-31	85	29	2,88

Por várias vêzes tentou-se fazer autofecundação das flores dessas plantas monosperma, porém não se conseguiu nenhum fruto. Os raros frutos que se formam, provenientes de fecundação não controlada, dão origem a plantas com 44 cromosômios, o que indica que alguns gâmetas de 22 cromosômios se podem formar (31). Pelo fato de as primeiras contagens de cromosômios terem sido feitas em descendentes de plantas monosperma, pensou-se, a princípio, que o monosperma apresentava 44 cromosômios (20). Vários cruzamentos também têm sido realizados, usando os haplóides como planta-mãe ou como fornecedores do pólen. Um número muito limitado de plantas tem sido obtido desses cruzamentos.

Em 1950, notou-se uma mutação somática na planta P 52, com a produção de fôlhas mais largas, semelhantes às da var. *typica*. Esse ramo floresceu e frutificou normalmente, o que faz supor que tenha havido duplicação natural de seus cromosômios. Foram feitos enxertos desses ramos, a fim de se prosseguirem os estudos. Outros exemplos de mutação somática com duplicação do número de cromosômios, já têm sido descritos em café,

onde ramos com 88 cromosômios se desenvolvem a partir de plantas com 44 cromosômios (18). Apenas não foram ainda descritas mutações somáticas, mostrando redução do número de cromosômios de 44 para 22.

2.2 - HAPLÓIDE DE *BOURBON*

Várias plantas monosperma da var. *bourbon* foram encontradas em diferentes épocas, a saber: RP 13, em 1934; P 358 e P 362, em 1936; P 370 em 1937; C 357-21, em 1937; C 355-9-1 e C 370-4-21, em 1951, etc. O maior número de plantas monosperma encontrados em progênies de *bourbon*, deve ser atribuído ao fato de se terem efetuado estudos muito mais intensivos nesta variedade do que na var. *typica* e não ao fato de existir maior tendência das progênies de *bourbon* em produzir plantas monosperma.

As plantas *bourbon* têm folhas mais largas do que as da var. *typica* e, sobretudo, lâmina e bordos mais ondulados. No geral, têm brotos verdes. A primeira planta haplóide de *bourbon*, de n.º RP 13, foi encontrada na Estação Experimental de Ribeirão Preto e apresenta, bem como as outras plantas haplóides de *bourbon*, folhas bem estreitas, menores, muito finas e meio onduladas (est. 1-B). Os brotos novos são de cor verde-clara. As flores são pequenas, e é mínima a produção de frutos. As dimensões das folhas das plantas RP 13, P 358, P 362, P 370 e C 357-21 acham-se no quadro 1. Verifica-se, também, que há bastante variação entre as dimensões médias das folhas dessas plantas.

A primeira duplicação artificial de cromosômios de monosperma, foi efetuada pelo Eng. Agr. A. J. T. Mendes, usando ramos de monosperma de *bourbon* (C 357-21), que foram tratados com colchicina por um processo idealizado por esse autor (28). Os ramos duplicados obtidos são da variedade *bourbon* e inteiramente férteis. Também se observou um caso de duplicação natural de cromosômios na planta RP 13, dando origem a um ramo *bourbon*, normalmente fértil.

Os descendentes desses haplóides duplicados são bem uniformes e de especial interesse para vários estudos em realização, principalmente relativos à obtenção de mutantes, pelo emprêgo de raios-X.

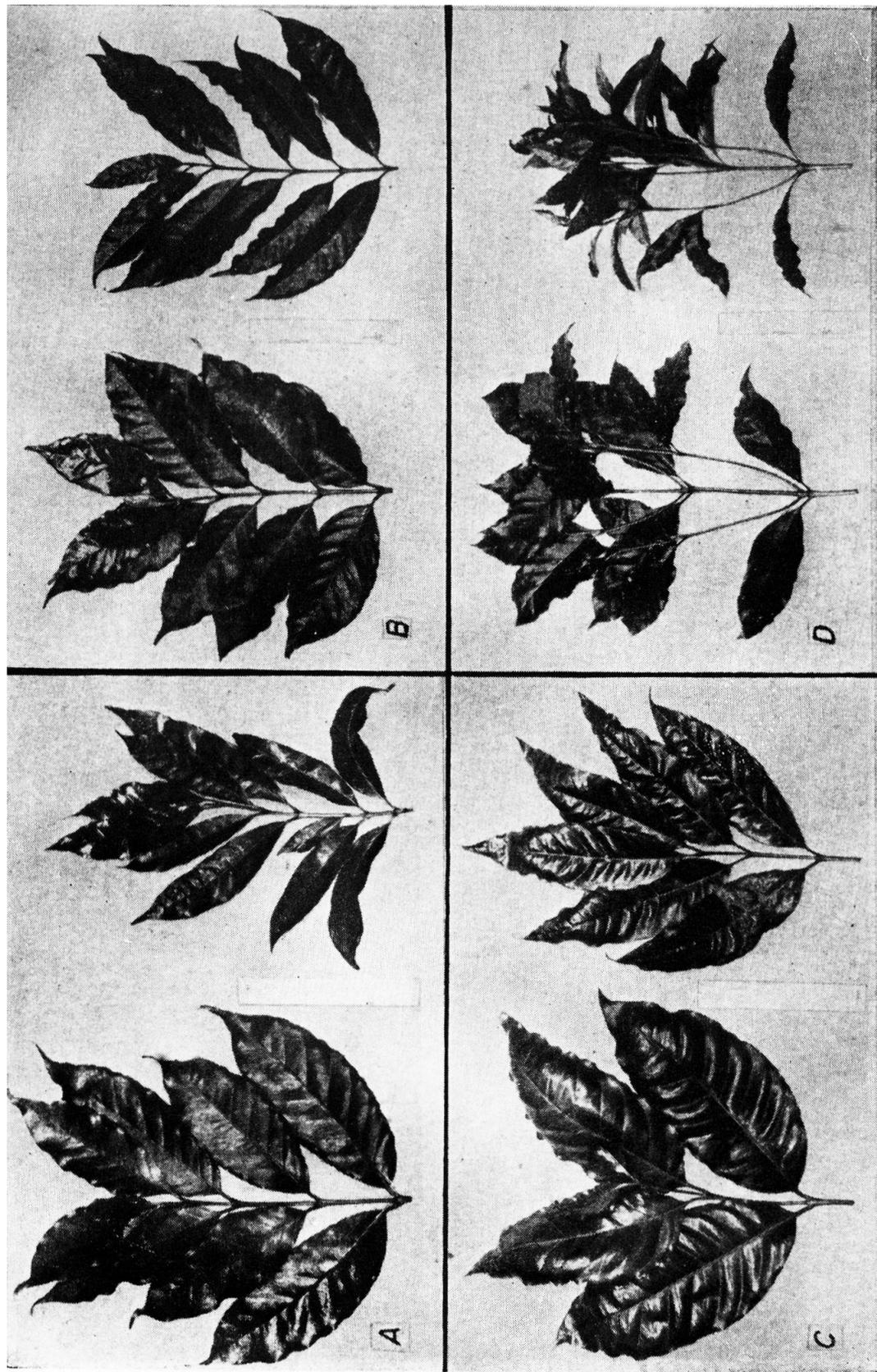
Em 1950 observaram-se dois novos haplóides na forma *xanthocarpa* do *bourbon* (CJ 14-21 e CJ 25-4-1). Esses são ainda novos, porém suas folhas são semelhantes às do monosperma de *bourbon*.

2.3 - HAPLÓIDE DE *MARAGOGIPE*

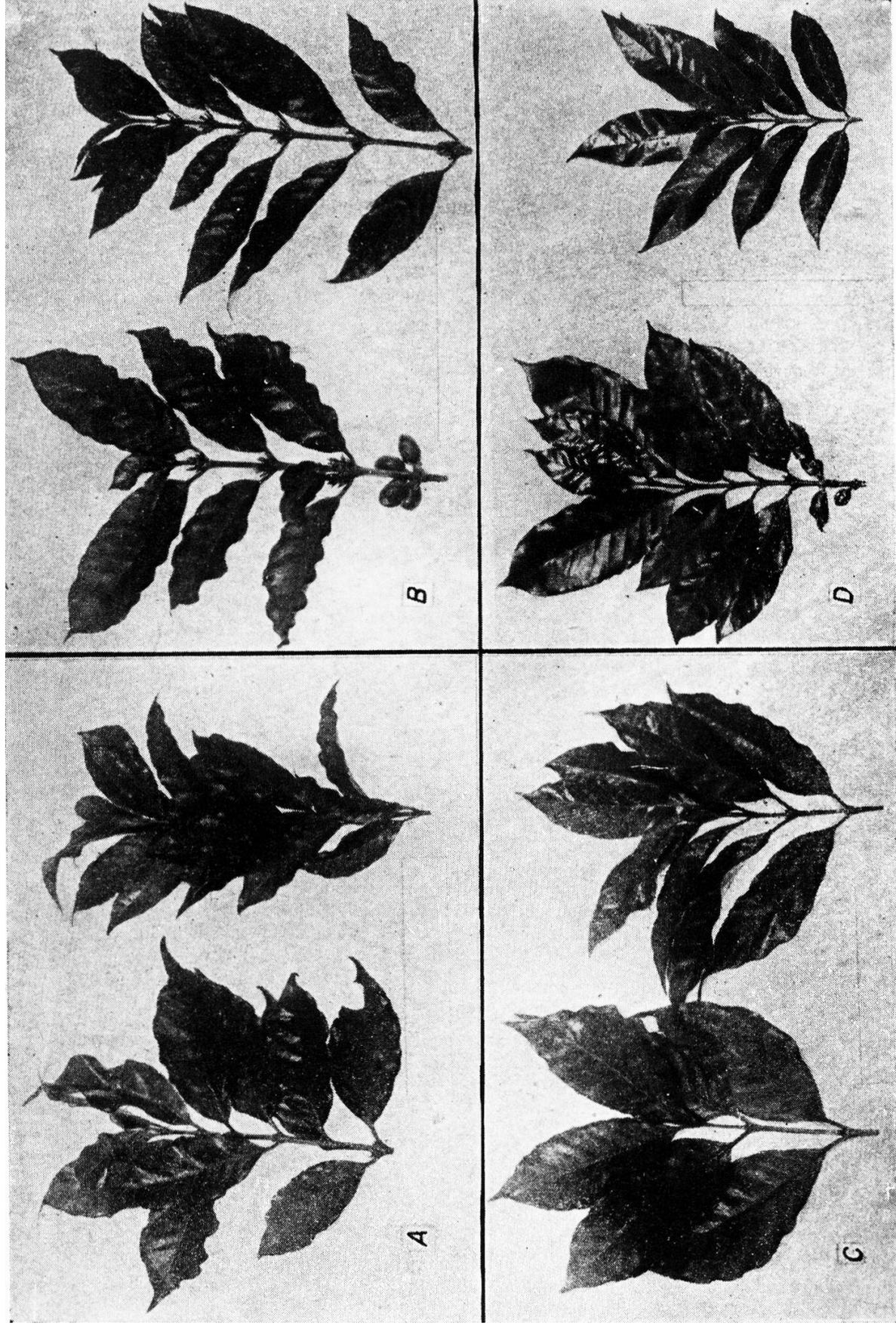
No viveiro da Estação Experimental de Pindorama foi encontrada, em 1941, em um canteiro da variedade *maragogipe*, uma planta haplóide com caracteres dessa variedade e que recebeu o número C 631.

A variedade *maragogipe* (*Coffea arabica* L. var. *maragogipe* Hort. ex Froehner) apresenta folhas bem grandes, abauladas e com a largura máxima mais próxima à base da folha.

Um enxerto da planta monosperma de número 631, acha-se no ripado da Estação Experimental Central de Campinas. As folhas são de forma



Fólias de plantas normais à esquerda e haplóides à direita. A — *typica*; B — *bourbon*; C — *maragogipe*; D — *erecta*.



Fólias de plantas normais à esquerda e haplóides à direita. A -- *laurina*; B -- *laurina*; C -- *sempreflorens*; D -- *San Roman*.

semelhante às do maragogipe, mais estreitas, bem maiores que as dos outros haplóides (quadro 1), onduladas, abauladas e de textura fina (est. 1-C); as flores também são maiores e a fertilidade é quase nula.

Sabe-se que o característico maragogipe é controlado por um par de fatores genéticos dominantes principais, *Mg Mg*. Uma dose do fator, encontrada no haplóide, é suficiente para imprimir o mesmo característico maragogipe, isto é, maiores dimensões de todos os órgãos da planta.

Tentativas de duplicação do número de cromossômios pelo emprêgo da colchicina vêm sendo feitas pelo Eng. Agr. A. J. T. Mendes, porém, até o momento, não se conseguiram resultados positivos.

2.4 - HAPLÓIDE DE *SEMPERFLORENS*

Notou-se, em 1941, na coleção de variedades da Estação Experimental dêste Instituto em Ribeirão Preto, que, entre 10 plantas monosperma, havia uma do tipo *semperflorens* (planta C 702). Material para enxertia dessa planta, foi trazido para Campinas.

A variedade *semperflorens* — *Coffea arabica* L. var. *semperflorens* K. M. C. possui ramificação lateral fazendo um ângulo menor com a haste principal do que a da var. *typica*. Tem fôlhas semelhantes às do bourbon, de um verde mais escuro e apresenta o caráter de produzir flores quase que durante todos os meses do ano. Por êsse motivo, encontram-se, frequentemente, nas plantas *semperflorens*, frutos em todos os estados de desenvolvimento.

A forma haplóide se assemelha ao *semperflorens* no tipo de ramificação. As fôlhas são menores, mais estreitas (quadro 1) e menos coriáceas que as do *semperflorens* (est. 2-B) e o florescimento também se dá em várias épocas do ano, apesar de não ser muito intenso. A esterilidade é muito pronunciada, raramente se formando alguns frutos.

O característico *semperflorens* é controlado por um par de fatores genéticos recessivos (*sf sf*) (19). Em uma única dose, no haplóide, esse fator tem o mesmo efeito, notando-se apenas alteração na forma e textura das fôlhas e um florescimento menos pronunciado, embora ocorra também em várias épocas do ano.

2.5 - HAPLÓIDE DE *LAURINA*

A variedade *laurina* — *Coffea arabica* L. var. *laurina* (Smeathman) D.C. tem porte bem diferente da var. *typica*. É um arbusto de forma quase cônica, com ramificação muito densa, fôlhas pequenas, frutos e sementes com uma das extremidades afiladas (20). Em 1946, entre plantas da progênie C 33-8, da segunda geração de uma planta *laurina*, foi encontrado um cafeeiro do tipo monosperma. Êste recebeu o número C 33-8-1. Depois de desenvolvido, apresentou porte e forma em tudo semelhantes ao do *laurina*, sendo as fôlhas (quadro 1) mais estreitas e mais finas (est. 2-A). Ainda não floresceu, de modo que não se pôde fazer observações quanto às flores e frutos.

O característico laurina também é controlado por um par de fatores genéticos recessivos (*lr lr*) (19). No haplóide, o fator se manifesta de modo semelhante, indicando que uma dose do gen recessivo tem o efeito de duas doses, sendo as folhas menores e mais finas.

2.6 - HAPLÓIDE DE *ERECTA*

O fator *erecta* é dominante e altera a direção dos ramos plagiotrópicos, que crescem verticalmente, apesar de se manterem diferentes dos ramos ortotrópicos verdadeiros (19). Em 1950, examinando-se, no viveiro, alguns híbridos entre a var. *erecta*, *Coffea arabica* L. var. *erecta* Ottoländer e a var. *cera*, *Coffea arabica* L. var. *cera* K.M.C., encontrou-se uma planta, H. 1677-1, tipo *erecta* monosperma. A ramificação desse haplóide é exatamente igual à do *erecta* e as folhas semelhantes às do haplóide da var. *typica* (est. 1-D). Uma dose do gen *erecta* (*Er*) é, pois, suficiente para produzir o mesmo efeito de duas doses do gen sobre a ramificação.

2.7 - HAPLÓIDE DE *CATURRA*

A variedade *caturra*, *Coffea arabica* L. var. *caturra* K.M.C., caracteriza-se por ter porte menor, folhas pouco maiores que as do bourbon e internódios bem pequenos. Seus caracteres principais são controlados por um par de fatores dominantes (*Ct Ct*) (19). Em 1950, duas plantas monosperma foram encontradas nas progênes de cafeeiros dessa variedade. Esses haplóides têm o porte semelhante ao da variedade *caturra*, internódios bem curtos, porém folhas mais estreitas (quadro 1) e bem menos coriáceas (est. 2-C). Esses cafeeiros ainda não floresceram.

Nesses haplóides também, uma dose do gen *Ct* tem o mesmo efeito de duas doses desse fator sobre a morfologia da planta.

2.8 - HAPLÓIDE DE *SAN RAMON*

Sementes da variedade *San Ramon* (*Coffea arabica* L. var. *San Ramon* Choussy) foram diversas vezes recebidas pelo Instituto Agrônomo. No geral, têm produzido plantas bem variáveis quanto ao porte, tamanho das folhas, etc., embora algumas plantas se assemelhem bastante aos cafeeiros descritos como típicos dessa variedade. Em 1950, examinando-se a progênie de um cafeeiro que segregava plantas *San Ramon*, encontrou-se, entre elas, uma tipo monosperma. Essa planta tem o porte menor que as demais plantas da progênie, e as folhas mais estreitas (quadro 1) e menos coriáceas (est. 2-D). Como não se sabe ainda quantos pares de fatores controlam o característico *San Ramon* e como ainda não há, na coleção de Campinas, planta homozigota para esse característico, a duplicação dos cromossomos deste haplóide será de grande interesse para a análise genética dos característicos do *San Ramon*. Tentativas vêm sendo feitas pelo Eng. Agr. A. J. T. Mendes, a fim de duplicar o número de cromossomos dessa planta pela aplicação de colchicina. Também se vem lançando mão do processo de decapitar os ramos terminais para se tentar conseguir essa duplicação.

3 - UTILIZAÇÃO DOS HAPLÓIDES

Frequentes são as referências na literatura dos haplóides, relativas à possível utilização destes nas pesquisas de genética e melhoramento.

Apresentando os fatores genéticos na condição homozigota, os haplóides podem ser empregados no estudo da dosagem dos fatores genéticos. Duplicando-se-lhes o número de cromossômios, os diplóides assim obtidos podem dar origem a progênies consideradas linhas puras. Estas têm aplicações diversas no melhoramento. Primeiramente, fornecem, em tempo reduzido, progênie homozigota para os fatores genéticos. Essas linhas puras, se produtivas, podem ser diretamente usadas para plantações ou em cruzamentos com outras plantas também obtidas pela duplicação de cromossômios de haplóides, a fim de se sintetizarem híbridos uniformes (5). Como se trata de material homozigoto, pode ser ainda usado em experiências, como indicador do efeito da variação do meio ambiente (23). Os haplóides duplicados podem, por fim, ter aplicação no estudo da determinação das taxas de mutação e dos efeitos dos vários agentes na alteração da frequência de mutação. Tem-se chamado atenção para o isolamento de haplóides de constituições genéticas diversas, obtidos a partir de híbridos e seu emprêgo nos planos de seleção (32).

A julgar pelos dados obtidos sobre a percentagem de cruzamento natural que ocorre nas condições de Campinas, a espécie *C. arabica* é quase que inteiramente autógama, apresentando apenas 7-9% de sementes de natureza híbrida. Mesmo assim, há interêsse, na obtenção de progênies homozigotas das principais variedades, pela duplicação do número de cromossômios dos haplóides encontrados nas progênies de plantas bem produtivas. Um projeto especial (16) vem sendo executado com o fim de obter sucessivas gerações autofecundadas, principalmente da variedade *bourbon*, tendo-se já, nestes 20 anos, conseguido progênies com quatro autofecundações sucessivas.

Na variedade *bourbon* já se obteve duplicação do número de cromossômios de haplóides tanto por meio de colchicina, (planta C 357-21) (28), como por mutação somática natural de uma planta haplóide (RP 13). Nesses casos, foi total a restauração da fertilidade.

Progênies de dois desses haplóides duplicados acham-se já em observação, bem como o híbrido entre êles, a fim de verificar a sua produtividade. Recentemente, iniciaram-se, em colaboração com o Departamento de Física da Universidade de São Paulo, experiências preliminares de tratamento com raios-X das sementes de café dos haplóides duplicados, a fim de observar os efeitos produzidos. Êsses estudos serão ampliados futuramente.

4 - DISCUSSÃO

Das principais espécies do gênero *Coffea*, a única que apresenta 44 cromossômios somáticos é a espécie *C. arabica* L. As demais possuem apenas 22 cromossômios. Tem-se considerado *C. arabica* como um alotetraplóide. Se essa fôr a sua origem, o cruzamento primitivo deve ter ocorrido há muito

tempo, a julgar pelos estudos da meiose (25, 29) e resultados das análises genéticas (19). Do cruzamento entre as diversas variedades de *C. arabica* com a variedade *typica* dessa espécie, considerada como tipo padrão, têm-se obtido relações simples, correspondentes a segregações de um a dois pares de fatores genéticos. Não foram observadas, até o momento, relações correspondentes a segregações de tetraplóides ou de fatores duplicados.

Apesar de a maioria das variedades de *C. arabica* possuir 44 cromossômios, há algumas exceções, constituídas pelas formas *bullata* e *monosperma*. O que se denomina variedade *bullata* são plantas que apresentam fôlhas de textura mais espessa e relativamente mais largas do que as da var. *typica*. Apresenta 66 ou 88 cromossômios somáticos e são praticamente estéreis (17). As plantas *monosperma*, como foi mencionado, possuem fôlhas com textura mais fina e mais estreitas do que as da var. *typica*. Naquelas em que já se efetuou a contagem dos cromossômios, verificou-se possuírem 22 cromossômios somáticos (30, 31). São também tôdas elas quase estéreis, não se tendo notado diferenças genéticas que afetam a fertilidade, como foi notado por Harland (12) em algodão. Os poucos frutos que produzem, apresentam, no geral, uma única semente, motivo da denominação *monosperma*. As plantas *monosperma* têm sido encontradas espontaneamente nos viveiros, em progênies de cafeeiros normais, ou em cafêzais, já adultos. É provável que tenham origem partenogenética (27). A análise feita por Mendes (26), de embriões resultantes de uma mesma semente indicaram que deram plantas normais quanto ao número de cromossômios e que, no geral, os haplóides de café não têm origem nas sementes poliembriônicas verdadeiras. Nenhum caso foi até agora encontrado em café de plantas haplóides resultantes de hibridação interespecífica, tal como tem sido encontrado em *Nicotiana*, onde interessantes casos de merogonia ou androgênese têm sido descritos (8, 15).

Já em 1929, Lindstrom (21) iniciou experiências para obter duplicação de cromossômios de uma planta haplóide de tomate, e Morison (33), em 1932, descreveu a obtenção de duas linhas puras de tomate "Marglobe" obtidas a partir dos haplóides. Estudos detalhados sôbre a estabilidade de plantas de tomate diplóides, derivadas de haplóides, foram efetuados por Lindstrom (22), que notou grande uniformidade nessas plantas, depois de nove gerações consecutivas. Harland (12), após mencionar os haplóides obtidos de sementes poliembriônicas do algodão Sea Island, refere-se à importância prática dos haplóides no melhoramento do algodão. Se fôsse possível a duplicação dos cromossômios do haplóide, diz Harland, nessa ocasião, seria obtida *ad initio*, uma linha pura, cuja importância seria considerável para o melhoramento de planta. Beasley (3) menciona a obtenção de linhas puras de *Gossypium hirsutum* e *G. barbadense*, a partir de haplóides tratados com colchicina e conclui que a duplicação do número de cromossômios dos haplóides produz linhas puras de algodão, mas que o valor dessas linhas, para os trabalhos de genética e melhoramento, depende da sua taxa de mutação. Silow e Stephens (37), além de mencionar a vantagem da obtenção de linhas puras de algodão a partir de material altamente heterozigoto, dizem que elas são úteis também como indicadoras da heteroge-

neidade do meio ambiente nos ensaios de progênies. Chase (5), trabalhando com milho, e Christensem e Bamford (6) e Toole e Bamford (38), trabalhando com plantas do gênero *Capsicum*, discutem, igualmente, o uso de haplóides no plano de melhoramento dessa planta.

Se a obtenção de haplóides duplicados é de interêsse para as culturas anuais, como fumo, tomate, etc., maior ainda é o seu valor para uma planta perene como o café. Em cerca de 20 anos de estudos, foram conseguidas progênies homogêneas da var. *bourbon*, após 4 gerações sucessivas de autofecundações. A duplicação do número de cromossômios dos haplóides C 357-21 e RP 13, do que resultou um diplóide fértil, permitiu obter rapidamente linhagens puras de utilidade nas pesquisas em execução.

O aperfeiçoamento da técnica do tratamento com a colchicina para as plantas que podem ser enxertadas (28), veio, sem dúvida, contribuir para aumentar o interêsse pelos haplóides das plantas perenes.

No caso de *C. arabica*, os haplóides, obtidos nas diversas variedades, dão bem idéia do efeito dos vários fatores genéticos em estudo, quando em dose simples. Os fatores dominantes, como *maragogipe* (*Mg*), *erecta* (*Er*), *caturra* (*Ct*) e *San Ramon*, e os recessivos, como *semperflorens* (*sf*), *laurina* (*lr*) se expressam, quando em dose simples, do mesmo modo que em dose dupla, a não ser quanto às dimensões de plantas e a esterilidade. O fator *Br*, na condição heterozigota — *Brbr* — resulta em coloração bronze-clara dos brotos novos. Uma dose dêsse gen nos haplóides, também resulta em plantas com brotos de côr bronze-clara. O fator *Na* na presença de *tt* e na condição heterozigota tem também dominância incompleta, resultando no fenótipo *murta*. No entanto, em dose única e em presença de *t*, no haplóide, o alelo *Na* dá fenótipo mais semelhante ao *bourbon* (*t/NaNa*), apenas tendo características de haplóide, isto é, fôlhas mais estreitas, mais finas e menores.

Constituem essas formas haplóides de café, réplicas reduzidas das variedades normais, tal como Clausen e Mann observaram em *N. tabacum* (7). Se a espécie *C. arabica* fôsse um alotetraplóide, de origem recente, alguns haplóides poderiam apresentar semelhança com o híbrido primitivo. Tal, porém, não acontece, o que indica que a origem dessa espécie é muito antiga, havendo possibilidade de acúmulo de mutações e diferenciação dos cromossômios, de modo que atualmente a espécie *C. arabica* se comporta como diplóide normal. Como já se mencionou, o estudo da meiose (25, 29) e as análises genéticas (19) parecem confirmar essa suposição.

As plantas monosperma, com 22 cromossômios somáticos e as plantas *bullata* com 66 ou 88 cromossômios podem ser achadas entre qualquer variedade de café. Por êste motivo, não devem ser consideradas como variedades distintas, mas, apenas, como haplóides ou poliplóides das variedades das quais se originaram.

RESUMO

No decorrer dos trabalhos de melhoramento do café em execução no Instituto Agrônômico de Campinas, plantas haplóides foram encontradas nas variedades *typica*, *bourbon*, *maragogipe*, *semperflorens*, *laurina*, *erecta*,

caturre e *San Ramon*, da espécie *Coffea arabica*. Todos os haplóides apresentam porte menor e fôlhas mais estreitas e mais finas do que as variedades que lhes deram origem. Apesar de as flores serem completas, nota-se esterilidade muito acentuada. Raramente se formam alguns frutos, e êstes são providos de uma única semente, motivo pelo qual as plantas haplóides são denominadas "monosperma". Os fatores genéticos dominantes *maragogipe* (*Mg*), *erecta* (*Er*), *caturre* (*Ct*) e *San Ramon*, bem como os gens recessivos *semperflorens* (*sf*), e *laurina* (*lr*), das variedades estudadas, manifestam-se nas plantas haplóides, de modo semelhante ao que ocorre nas plantas diplóides correspondentes. O fator para coloração bronze dos brotos novos tem dominância incompleta e, na condição heterozigota (*Brbr*), mostra intensidade intermediária de côr. Nas plantas haplóides contendo um só alelo *Br*, a côr dos brotos novos é bronze-clara. Uma única dose do fator *Na*, que também apresenta dominância incompleta, dando, na forma heterozigota (*Nana*) e na presença de *tt*, o fenótipo conhecido por *murta*, manifesta-se, na forma haplóide, dando plantas semelhantes às homozigotas *ttNana*, apenas com fôlhas mais estreitas e mais finas.

Chamou-se atenção para as linhas puras de café obtidas pela duplicação do número de cromosômios dos haplóides e sua aplicação nos ensaios de linhagens e na determinação das taxas de mutação.

As observações realizadas na meiose da espécie *C. arabica*, bem como os dados das análises genéticas e as observações feitas nesses haplóides parecem indicar que, se essa espécie fôr alotetraplóide, tal origem deve ser bem antiga, comportando-se hoje a espécie *C. arabica*, como um diplóide normal.

As plantas monosperma, bem como as plantas *bullata*, podem ser encontradas em qualquer variedade de café, motivo por que não devem ser consideradas como variedades, mas, apenas, como haplóides ou poliplóides das variedades de que se originaram.

SUMMARY

Haploid plants were found in progenies of the following varieties of *Coffea arabica*: *typica*, *bourbon*, *maragogipe*, *semperflorens*, *laurina*, *erecta*, *caturre* and *San Ramon*. These haploids resemble the normal plants from which they have originated; they are reduced in size, their branches are more slender and the leaves are narrower and thinner. Flowers are normal, smaller, with very low fertility, due to abnormal meiosis.

The dominant genetic factors *maragogipe* (*Mg*), *erecta* (*Er*), *caturre* (*Ct*), and *San Ramon*, and the recessive factors *semperflorens* (*sf*) and *laurina* (*lr*) have the same phenotypical expression both in haploid and normal plants. The *Br* (bronze young leaves) gene shows incomplete dominance, the heterozygous plants having light bronze tips; the haploid with a single dose of *Br* has also a light bronze color of the young leaves. In the presence of *tt* the *Na* gene is incompletely dominant the heterozygotes having the *murta* phenotype (*ttNana*). Haploids derived from *bourbon* (*ttNana*), therefore hemizygotes *t Na*, do not resemble *murta* but *bourbon*.

Attention was called to pure lines obtained through duplication of chromosome number of haploids, for use in progeny tests, in order to measure the environmental variation, and also to determine mutation rate in *C. arabica*.

Observation on meiosis and the results of genetic analysis have already pointed out that *C. arabica* is probably an allotetraploid of ancient origin; this has been confirmed by the study of the haploids here described.

Monosperma coffee plants with 22 somatic chromosomes, and the *bullata* types with 66 or 88 chromosomes, should not be considered any more as varieties of *C. arabica*, but only as haploids or polyploids of the varieties from which they originated.

LITERATURA CITADA

1. Anônimo. The experimental production of haploid and polyploids. Imperial Bureau of Plant Genetics, Cambridge, England, 1-28. 1936.
2. Bacchi, Osvaldo. Observações citológicas em *Coffea* VII — A macrosporogênese na var. *monosperma*. *Bragantia* 1: 483-490. 1941.
3. Beasley, J. O. The production of polyploids in *Gossypium*. *J. Hered.* 31: 39-48. 1940.
4. Brown, M. S. Haploids plants in sorghum. *J. Hered.* 34: 163-166. 1943.
5. Chase, Sherret S. Monoploid frequencies in a commercial double cross hybrid maize, and in its component single cross hybrid and inbred lines. *Genetics* 34: 328-332. 1949.
6. Christensen, H. M. e R. Bamford. Haploids in twin seedlings of pepper — *Capsicum annuum* L. *J. Hered.* 34: 99-104. 1943.
7. Clausen, R. E. e M. C. Mann. Inheritance in *Nicotiana tabacum*. V. The occurrence of haploid plants in interspecific progenies. *Proc. nat. Acad. Sci., Wash.* 10: 121-124. 1924.
8. Clausen, R. E. e W. E. Lammerts. Interspecific hybridization in *Nicotiana* X. Haploid and diploid merogony. *Amer. Nat.* 63: 279-282. 1929.
9. Franco, C. de Moraes. Relação entre o número de estomas e números de cromossomos em *Coffea*. *Bol. téc. Inst. agron. Campinas* 63: 1-16. 1939.
10. Gaines, E. F. e H. C. Aase. A haploid wheat plant. *Amer. J. Bot.* 13: 373-385. 1926.
11. Goodspeed, T. H. e P. Avery. The occurrence of a *Nicotiana glutinosa* haplont. *Proc. nat. Acad. Sci., Wash.* 15: 502-504. 1929.
12. Harland, S. C. Haploids in polyembryonic seeds of Sea Island cotton. *J. Hered.* 27: 229-231. 1936.
13. Ivanow, M. A. Experimental production of haploids in *Nicotiana rustica* L. *Genetics* 20: 295-397. 1938.
14. Katayama, Y. Haploid formation by X-rays in *Triticum monococum*. *Cytologia, Toky.* 5: 235-237. 1934.
15. Kehr, A. E. Monoploidy in *Nicotiana*. *J. Hered.* 42: 107-112. 1951.
16. Krug, C. A. Observações citológicas em *Coffea* II — *Bol. téc. Inst. agron. Campinas* 22: 1-5. 1936.
17. Krug, C. A. Observações citológicas em *Coffea* III — *Bol. téc. Inst. agron. Campinas* 27: 1-19. 1937.
18. Krug, C. A. Variações somáticas em *Coffea arabica* L. *Bol. téc. Inst. agron. Campinas* 20: 1-11. 1937.
19. Krug, C. A. e A. Carvalho. The Genetics of *Coffea*. *Advanc. Genet.* 4: 127-158. 1951.
20. Krug, C. A., J. E. T. Mendes e A. Carvalho. Taxonomia de *Coffea arabica* L. *Bol. téc. Inst., agron. Campinas* 62: 1-57. 1939.
21. Lindstrom, E. W. A haploid mutant in the tomato. *J. Hered.* 20: 23-30. 1929.
22. Lindstrom, E. W. Genetic stability of haploid, diploid, and tetraploid genotypes in the tomato. *Genetics* 26: 387-397. 1941.

23. Lindstrom, E. W. e Katherine Koos. Cyto-genetic investigations of a haploid tomato and its diploid and tetraploid progeny. Amer. J. Bot. 18: 398-410. 1931.
24. McCray, F. A. Another haploid *Nicotiana tabacum* plant. Bot. Gaz. 93: 227-230. 1932.
25. Medina, D. Marozzi. Observações citológicas em *Coffea* XVI. — Microsporogênese em *Coffea arabica* L. var. *rugosa* K.M.C. Bragantia 10: 61-66. 1950.
26. Mendes, A. J. T. Observações citológicas em *Coffea* VIII — Poliembrionia. Bragantia 4: 693-708. 1944.
27. Mendes, A. J. T. Partenogênese, partenocarpia e casos anormais de fertilização em *Coffea*. Bragantia 6: 265-273. 1946.
28. Mendes, A. J. T. Observações citológicas em *Coffea* XI — Métodos de tratamento pela colchicina. Bragantia 7: 221-230. 1947.
29. Mendes, A. J. T. Observações citológicas em *Coffea* XV — Microsporogênese em *Coffea arabica* L. Bragantia 10: 79-87. 1950.
30. Mendes, A. J. T. Em Relat. Secção Citologia, Inst. agron. Campinas 1950 (não publicado).
31. Mendes, A. J. T. e Osvaldo Bacchi. Observações citológicas em *Coffea*. Uma variedade haplóide (di-haplóide) de *C. arabica* L. Bol. téc. Inst. agron. Campinas 77: 1-26. 1940.
32. Morgan, D. T. Jr. e R. D. Rappleye. Twin and triplet pepper seedlings. A study of polyembryony in *Capsicum frutescens*. J. Hered. 41: 91-95. 1950.
33. Morrison, G. The occurrence and use of haploid plants in the tomato with special reference to the variety Marglobe. Proc. 6th int. Congr. Genet., N. Y. 2: 137-139. 1932.
34. Mützing, A. Note on a haploid rye plant. Hereditas, Lund 23: 401-404. 1937.
35. Nordenskiöld, H. Studies of a haploid rye plant. Hereditas, Lund 25: 204-210. 1939.
36. Ramiah, K., N. Parthasarathi e S. Ramanujam. Haploid plant in rice. (*O. sativa*) — Curr. Sci., Mysore 1: 277-278. 1933.
37. Silow, R. A. e S. G. Stephens. Twinning in cotton. J. Hered. 35: 76-78. 1944.
38. Toole, Marguerite G. e R. Bamford. The formation of diploid plants from haploid peppers. J. Hered. 36: 67-70. 1945.
39. Webber, J. M. Cytology in twin cotton plants. J. agric. Res. 57: 155-160. 1938.