

## PESQUISAS SOBRE O MELHORAMENTO DO CAFÉ

A. Carvalho\*

Em meio à crise econômica, que em 1933 afetava profundamente a indústria cafeeira do país, a Seção de Genética do Instituto Agrônomo de Campinas dava início a um amplo programa de estudos, tendo por objetivo conhecer o cafeeiro do ponto de vista biológico e obter linhagens rústicas, de elevada produção, adaptadas às nossas condições de cultivo e com bebida de boa qualidade. Nessa época, em que se queimavam toneladas de café excedente, a idéia de dar início a essas pesquisas não parecia razoável. Todavia, os organizadores desse projeto, que por certo seria de longa duração, tiveram em vista a futura necessidade de formação de novos cafezais, dado o abandono e a destruição, nessa época, de numerosas plantações, por razões econômicas. Ao formarem os novos cafezais, para atender a demanda de café, os lavradores deveriam contar com material altamente produtivo e com técnicas esmeradas de plantio, para fazer face à concordância no mercado internacional de café (21).

---

\* Seção de Genética do Instituto Agrônomo de Campinas.

## BANCO DE GERMOPLASMA

Uma das primeiras providências tomadas constituiu na coleta e reunião, em coleção viva, de todas as variedades e variações de *C. arabica* encontradas nas propriedades cafeeiras, bem como outras espécies de *coffea* já anteriormente introduzidas no país, a fim de melhor conhecê-la e avaliar a sua potencialidade (21).

Com o decorrer dos anos, esse banco de germoplasma foi sendo periodicamente enriquecido com outras variedades e espécies de café, tornando-se extremamente útil para realizações de investigações sistemáticas, de morfologia, biologia da reprodução, análises genéticas e citológicas, de fisiologia, evolução e para seu aproveitamento para fins de melhoramento.

## OBSERVAÇÕES SOBRE A BIOLOGIA DA REPRODUÇÃO

Estudos detalhados foram realizados sobre a estrutura e desenvolvimento das inflorescências, épocas de florescimento, antese, agentes da polinização, fecundação das flores e taxa de fecundação cruzada natural (20).

Determinou-se, ao contrário do que se julgava na época, que *C. arabica* era uma espécie autocompatível e praticamente autógama, enquanto que, a segunda espécie de café em importância econômica, *C. canephora* era autoincompatível e alógama e que o vento, os insetos e, em menor proporção, a própria gravidade, eram os principais agentes de fecundação cruzada natural.

Dos marcadores genéticos utilizados na determinação da taxa de fecundação cruzada, o fator recessivo *ce* (cera) revelou-se o mais adequado por afetar a cor do endosperma (8).

Determinou-se, por intermédio desse marcador, que a taxa de fecundação cruzada atingia valores médios de dez por cento e que em uma cova de café com quatro plantas, a taxa diminuía à medida que se acrescentavam plantas com sementes de cor cera, em relação às de sementes verdes normais. Outros marcadores genéticos recessivos (pr), angustifolia (ag) e xanthocarpa (xc) deram resultados semelhantes (11).

Verificou-se que outras espécies diplóides como *C. congensis*, *C. dewevrei*, *C. liberica*, *C. eugenioides*, *C. kapakata*, *C. racemosa*, *C. salvatrix*, são autoincompatíveis e se multiplicam na natureza exclusivamente por fecundação cruzada. As espécies *C. bengalensis*, *C. travancorensis* e provavelmente *C. brevipes* e *C. mauritiana*, embora diplóides, parecem ser autógamas. Deve-se salientar que *C. bengalensis* e *C. travancorensis* vêm, atualmente, sendo consideradas, por alguns autores, como pertencentes ao gênero *Paracoffea* (28).

## ASPECTOS CITOLÓGICOS

O número de cromossomos foi determinado para numerosas espécies e cultivares, notando-se ser de onze o número básico para o gênero *Coffea* (21).

*C. arabica* revelou-se a única espécie tetraplóide, enquanto as demais eram diplóides. Em *C. arabica* encontram-se as formas dihaplóides, com 22 cromossomos somáticos, hexaplóides e octoplóides, com 66 e 88 cromossomos, além de formas com 33 e 55, obtidas através de hibridações artificiais. Uma série de aneuplóides foi constatada com 43 e 45 cromossomos, sendo mais rara a forma com 42. As características dos poliplóides e aneuplóides foram estudadas (24, 30).

Do ponto de vista da morfologia, analisaram-se os

cromossomos somáticos de *C. dewevrei* (30) e, mais recentemente, a morfologia dos cromossomos ligados ao nucléolo, em várias espécies de *Coffea*, procurando-se associar o número e a morfologia desses cromossomos das espécies diplóides com os de *C. arabica*, tetraplóide, e assim estabelecer as suas relações filogenéticas (25). Pesquisas foram efetuadas sobre a microsporogênese e formação dos gametas, bem como a macrosporogênese, formação do saco embrionário, sobre a dupla fertilização e formação do endosperma em *C. arabica* e algumas espécies diplóides (21, 30). Em *C. arabica* indicou-se que, o óvulo apresenta um único tegumento, sendo o nucelo muito reduzido e que, após a fertilização, o perisperma se desenvolve com rapidez à medida que cresce o ovário, enquanto o núcleo primário do endosperma inicia a sua divisão 20 a 25 dias após a antese. A primeira divisão do zigoto ocorre ainda mais tardiamente, 60 dias depois da antese (30). A meiose nas plantas haplóides de *C. arabica* revelou a ocorrência de 1 a 6 cromossomos bivalentes em 71% de células em metafase (I).

## ANÁLISES GENÉTICAS

As análises genéticas das principais características dos cultivares de *C. arabica*, embora demoradas, vêm sendo realizadas, levando-se em média, 16-20 anos para serem concluídas. Além disso, são dispendiosas e requerem identificação de todas as plantas em estudos (21). Tem-se verificado que a variabilidade morfológica em *C. arabica* não é grande, possivelmente por tratar-se de espécie tetraplóide. Não se têm conseguido mutações novas através de tratamento de mutagênicos físicos e químicos, para acréscimo da variabilidade genética.

Tomando-se o cultivar Arabica como padrão, verificou-se que alguns dos 40 fatores já estudados são semidominantes, dominantes ou recessivos, em relação aos ale-

los desse padrão. Afetam características do porte, ramificação, internódios, folhas, flores, frutos e sementes e alguns fatores apresentam acentuado efeito pleiotrópico (5, 23).

Os fatores que reduzem o comprimento do internódio, dando origem a plantas de porte menor e de aspecto mais compacto, revelaram-se extremamente interessantes do ponto de vista do melhoramento, pelo fato da colheita e os tratamentos fitossanitários nessas plantas serem mais fáceis. Dos fatores estudados, Caturra (Ct), São Bernardo (Sb), San Ramon (Sr) e Vila Lobos (Vl), todos dominantes, o Caturra vem sendo analisado há mais tempo e transferido a outros cultivares de interesse econômico, porém de porte maior (9, 28).

O fator Erecta (Er) reduz o ângulo que os ramos laterais fazem com a haste principal, dando à planta um aspecto erecto, embora esses ramos laterais continuem com as suas características de ramos plagiotrópicos. Plantas portadoras dos alelos Erecta e Caturra foram obtidas e poderão ser plantadas em maior densidade, favorecendo a produção por área.

O fator cera, recessivo, afeta a cor da semente, tornando-a amarela, ao invés de verde, normalmente verificada na semente do café Arabica. Plantas cera vêm sendo empregadas na análise da taxa de fecundação cruzada natural (5) e foram de grande utilidade para demonstrar, pela primeira vez, e por meios genéticos, que o café possui um endosperma verdadeiro (22). Como as sementes cera também possuem o mesmo teor de ácido clorogênico encontrado em sementes verdes comuns, serviram também para indicar que essa coloração verde não é devida ao teor desse componente da semente (3). Apresentando os mesmos pigmentos flavonóides e clorofila do que o verde, o cera serviu ainda para indicar que a cor verde da semente não deve estar relacionada com esses componentes do endosperma (26).

RELAÇÕES FILOGENÉTICAS ENTRE ESPÉCIES DE *Coffea*

Apesar da coleção de espécies de *Coffea* não ser completa, pesquisas com as espécies existentes vêm sendo realizadas a fim de estudar as relações entre as diplóides e entre elas e a espécie tetraplóide *C. arabica*. Os resultados das hibridações interespecíficas e o número de plantas obtidas, vêm indicando que *C. eugenoides* estaria relacionada com a origem de *C. arabica*, a outra espécie podendo ser *C. canephora* ou *C. congensis*. Na literatura há informações sobre o possível papel que as espécies de Madagascar possam também ter desempenhado na origem de *C. arabica* (12).

Várias outras informações foram obtidas sobre a relação entre as espécies diplóides. Verificou-se ainda, que algumas se cruzam facilmente com *C. arabica*, o que não ocorre com outras, dificultando a transferência de fatores genéticos favoráveis dessas espécies silvestres para *C. arabica* (10, 12, 28).

Estudos de pigmentos flavonóides encontrados no exocarpo dos frutos e de várias enzimas verificadas nas folhas, foram realizados, a fim de verificar a relação filogenética entre as espécies, com base na variação dessas características. Verificou-se que algumas dessas informações assemelham-se às obtidas através de análises dos cruzamentos interespecíficos (24).

## INFORMAÇÕES RELACIONADAS COM O MELHORAMENTO

As informações básicas que foram acumulando, como resultados do desenvolvimento do plano geral de estudos do cafeeiro, vieram desempenhar um papel relevante no sucesso do melhoramento com a obtenção de novos cultivares

e linhagens de boas características e elevada produção.

A seleção de cafeeiros matrizes individuais e estudo de suas progênes, a introdução de material de outras regiões e a hibridação intra e interespecífica, vêm sendo utilizadas como métodos de melhoramento geral para *C. arabica*.

O cultivar Arabica ou Nacional, primeiramente cultivado no Brasil e em São Paulo, foi gradativamente substituído pelo Bourbon Vermelho e Sumatra e, em algumas regiões, pelo Maragogipe AD. Por isso, as primeiras seleções estudadas foram desses cultivares.

Resultados auspiciosos foram conseguidos com o Bourbon Vermelho, enquanto as seleções de Maragogipe AD e Sumatra não se revelaram valiosas, apesar do grande número de cafeeiros estudados individualmente. Algumas progênes do Bourbon Vermelho chegaram a produzir 90% a mais do que o Arabica (15). Os estudos de progênes foram efetuados, simultaneamente, em três e posteriormente em cinco localidades, representativas das regiões cafeeiras de São Paulo, a fim de avaliar e escolher aquelas de melhor capacidade de adaptação. Nesses estudos verificou-se que, de modo geral, as melhores progênes em uma localidade davam também boas produções nas demais localidades, indicando ampla capacidade de adaptação do material. Verificou-se, também, para o Bourbon Vermelho, que uma seleção precoce, baseada nos seis primeiros anos de colheitas é eficiente (4) e que a seleção de plantas matrizes no campo, deve ser feita em anos de elevada produção, em vista das melhores plantas serem aquelas que produzem mais nesses anos de elevada produção do cafezal (4) em nossas condições de cultivo.

A seleção em populações segregantes de híbridos naturais entre o Bourbon Vermelho e o Amarelo de Botucatu ou entre o Bourbon Vermelho e o Sumatra, mostrou-se extremamente eficiente. Na primeira população foi possível selecionar linhagens de Bourbon Amarelo que, além de

mais produtivas do que as do Bourbon Vermelho (30% a mais), revelaram-se bem mais rústicas, fator de grande interesse para o tipo de cultivo do café em São Paulo. O Bourbon Amarelo alia ainda a capacidade de ser pouco mais precoce no amadurecimento dos frutos, o que é de interesse em locais de maior altitude, onde o amadurecimento no geral é mais demorado (15, 17).

Da hibridação natural entre o Bourbon Vermelho e o Sumatra, resultou o café Mundo Novo, que começou a ser selecionado na região de Jaú, de onde foi levado para a Araraquarense, principalmente no antigo município de Mundo Novo, hoje Urupês. Nessa localidade, as primeiras seleções foram realizadas em 1943 em cafezais desuniformes, porém de elevado vigor e produtividade. Observações sobre as progênies iniciais revelaram que se tratava de material excelente e que a seleção foi bastante efetiva (16). Um dos defeitos encontrados nas populações originais, isto é, a alta incidência de frutos bem formados, porém desprovidos de uma ou de duas sementes, foi analisado e eliminado por seleção. Trata-se de fator ou fatores genéticos que inibem o desenvolvimento normal do endosperma, reduzindo-o a um pequeno disco (31). Plantas normais, sem o defeito, resultam em progênies normais e, dessa forma, a seleção de plantas matrizes normais pode ser realizada no campo, antes de serem estudadas as suas progênies. Disso resultou um rápido acréscimo na produção, tornando o Mundo Novo, conhecido internacionalmente, como um dos cultivares de maior potencialidade produtiva de *C. arabica* (34). Avanços na seleção de Mundo Novo vêm sendo obtidos pela análise de populações S<sub>2</sub> e S<sub>3</sub>, ainda com suficiente variabilidade genética (19), como também através de hibridações entre cafeeiros selecionados desse cultivar e análises de F<sub>2</sub> e F<sub>3</sub>. As seleções de Mundo Novo no geral apresentam sementes pouco maiores do que as Bourbon Vermelho, característica provinda do café Sumatra. Algumas seleções, de boa produção, e com sementes ainda maiores, receberam denominação de Acaia - frutos de sementes grandes. Para alguns mercados que preferem cafés com essa característica, o Acaia tem algumas vantagens.



Hibridações entre e dentro de cultivares, bem como entre *C. arabica* e outras espécies de *Coffea*, realizadas com frequência, vêm dando resultados animadores. Numerosas populações derivadas dessas hibridações são estudadas em experimentos.

Uma das combinações mais valiosas nesse plano de hibridações artificiais, refere-se ao café Catuai, resultado de hibridações de plantas selecionadas de Caturra Amarelo e de Mundo Novo, realizadas em 1949 (13). A finalidade em vista era transferência ao Mundo Novo, do fator Caturra, a fim de se obter o Mundo Novo de porte mais reduzido. As seleções de frutos vermelhos, Catuai Vermelho, e as de frutos amarelos, Catuai Amarelo, revelaram-se de bastante interesse econômico. Produtivos como Mundo Novo e também com sua rusticidade, esses cafés passaram a ser cultivados em escala comercial em todas as regiões cafeeiras do Brasil. O seu porte menor facilita a colheita, operação das mais dispendiosas e, também, os tratamentos fitossanitários, além de poderem ser plantados de modo mais denso, melhorando a produção por área (13).

A introdução da ferrugem no Brasil, notada em 1970, veio modificar, em parte, o plano geral de melhoramento. Tornou-se prioritária a incorporação de fatores genéticos que conferem resistência a *Hemileia vastatrix* aos cultivares existentes ou o desenvolvimento de outros cultivares, principalmente através de hibridações interespecíficas, particularmente com a espécie *Coffea canephora*. Sabe-se que algumas plantas dessa espécie apresentam cafeeiros resistentes a todas as raças fisiológicas conhecidas desse fungo (1, 6). Hibridações foram feitas para associar os fatores de resistência vertical ou específica, SH<sub>1</sub>, SH<sub>2</sub>, SH<sub>3</sub> e SH<sub>4</sub>, encontrados em plantas selecionadas isoladas. Também as hibridações tiveram em vista a transferência desses fatores às seleções de Mundo Novo e Catuai, que possuem apenas o fator SH<sub>5</sub> de resistência (7). Raças de *H. vastatrix* com combinações de fatores de virulência, foram se formando entre nós, de modo a neutralizar esses fatores de resistência. Como a resis-

tência conferida pelo fator SH<sub>3</sub> ainda não foi anulada pela raça com o fato de virulência v<sub>3</sub>, os híbridos portadores desse fator, vêm ainda sendo objeto de estudos nas combinações com Catuai e Mundo Novo. Esses numerosos híbridos com material inicialmente resistente ao agente da ferrugem, embora já não mais sejam resistentes, apresentam outros fatores que ampliaram a variabilidade genética do nosso material, permitindo seleções de novas combinações com produções mais elevadas.

O café Icatu constitui uma das combinações mais promissoras nesse programa de seleção, tendo a resistência ao agente da ferrugem derivada da espécie *C. canephora* (33). Essa resistência deve-se, possivelmente, a um maior número de fatores genéticos e é tida como não específica, horizontal ou duradoura. As hibridações iniciais foram realizadas há 35 anos entre *C. arabica* e *C. canephora*, com número duplicado de cromossomos. O híbrido, de grande vigor vegetativo, boa produtividade e resistente, foi retrocruzado preferencialmente com plantas selecionadas de Mundo Novo. As gerações S<sub>2</sub> e S<sub>3</sub> do segundo, terceiro e quarto retrocruzamentos para esse cultivar e alguns com o Bourbon Amarelo, estão em estudos e genericamente receberam a denominação de Icatu. Tratando-se de hibridação interespecífica, um dos obstáculos a vencer é o de uniformização das progênes. Para isso há necessidade de selecionar aquelas que dão número reduzido de plantas anormais, possivelmente aneuplóides, e pequena quantidade de sementes do tipo moca, isto é, resultados do desenvolvimento de uma única semente por fruto. A quantidade elevada de sementes moca, além de depreciar o produto, reduz também a produção do cafeeiro, por piorar o rendimento - relação entre o peso de frutos e o de café beneficiado.

Tem se verificado que a seleção visando resistência ou tolerância aos nematóides que atacam o sistema radicular, principalmente *Meloidogyne incognita*, *M. exigua* e *M. coffeicola* é de fundamental importância para a cafeicultura nas regiões de solos mais arenosos de São Paulo. Um intenso trabalho acha-se em execução, tendo por

objetivo detectar fontes de resistência e transferi-las para os cultivares conhecidos. Verificou-se que algumas linhagens de *Coffea canephora*, de Icatu e também de Catimor, apresentam-se com resistência a *M. incognita*, espécie que mais causa danos. As observações de resistência têm sido efetuadas em várias localidades para detectar a possível ocorrência de raças desses patógenos. As linhagens resistentes de *C. canephora* vêm sendo utilizadas como porta-enxerto para as de Mundo Novo e Catuai, enquanto as linhagens resistentes ou tolerantes de Icatu vêm sendo multiplicadas para produção de sementes aos lavradores (18). Tem-se verificado que o Icatu constitui, também, fonte de resistência à moléstia conhecida como CBD, causada pelo *Colletotrichum coffeanum* (14). Algumas linhagens de Icatu Vermelho, como LCH 4782-7-585, LCH 4782-7-788, MCH 4782-10-108, MSSCH4782-16-82-1, C 2905, C 2945, C 2926 e C 2941 de Icatu Amarelo, como C 2944, C 2907, C 3282 e C 2934, vêm se revelando muito promissoras e, assim, já se acha, em Campos de Observações para fins de seleção e produção de sementes aos lavradores.

O café Catimor foi sintetizado pela hibridação do Caturra Vermelho com o Híbrido do Timor (1), que resultou de cruzamento natural entre *C. arabica* e *C. canephora*. Numerosas linhagens de Catimor foram analisadas, verificando que, embora com resistência não específica ao agente da ferrugem, as melhores progênies quanto à produção não são rústicas, o que constitui uma grande desvantagem e limita o seu plantio entre nós (2).

Observações sobre a produção de calos a partir de perisperma, tecidos de folhas e de anteras de café foram iniciadas na Seção de Genética há, aproximadamente, 12 anos. A finalidade em vista era a de obter a regeneração completa de plantas a partir de tecidos de perisperma e de folha e, assim, propagar vegetativamente e em larga escala, determinados cafeeiros selecionados, além das informações sobre a morfogênese e a embriogênese somática no cafeeiro. Para os tecidos de antera, a finalidade era a de se conseguir plantas haplóides a partir de espécies diplóides. A regeneração de plantas de café a

partir de tecidos do calo de folha foi conseguida há alguns anos (35) e, atualmente, vem sendo prosseguida, tendo em vista o estudo da variabilidade somacional. Se variações forem assim conseguidas, serão de bastante interesse em vista da dificuldade de se conseguirem novos mutantes em *C. arabica*, diferentes daqueles já conhecidos e de interesse para o plano geral de melhoramento.

Tem-se verificado que algumas espécies, como *C. stenophylla*, *C. racemosa* e *C. dewevrei*, são resistentes ou tolerantes ao bicho mineiro (*Perileucoptera coffeella*), enquanto todas as linhagens de *C. arabica* são suscetíveis. A transferência de fatores de resistência de *C. stenophylla* para *C. arabica* vem sendo tentada, porém sem sucesso, pela dificuldade de se obterem híbridos entre elas. Ao contrário, a hibridação de *C. arabica* com *C. racemosa* é viável, tendo-se já conseguido híbridos  $F_1$  e retrocruzamentos com *C. arabica*. Várias dessas populações são estudadas, tendo em vista a obtenção de linhagens com boas características agrônômicas e resistentes ao bicho mineiro (27).

## CONSIDERAÇÕES GERAIS

O plano geral de melhoramento, embora dispendioso, vem dando resultados altamente auspiciosos. Isso se deve não somente ao apoio governamental que teve desde o início de sua execução como também, pela continuidade dos trabalhos nestes últimos 50 anos. Para uma planta perene, que requer três a quatro anos para florescer e mais seis ou oito anos de seguidas colheitas individuais, para se poder selecionar as progênies mais promissoras, a continuidade das observações torna-se um fator ponderável para o sucesso do melhoramento. Também foi possível contar com a colaboração de técnicos de outras instituições, em algumas das fases de melhoramento, e principalmente com a colaboração de lavradores para a avaliação

das progênies e sua multiplicação para a produção de sementes.

Os resultados colhidos com relação à biologia da reprodução, das análises citológicas e genéticas e observações sobre a evolução e aplicação da técnica experimental, além de contribuírem para melhor conhecimento do cafeeiro do ponto de vista biológico, revelaram-se extremamente valiosos para abreviar o tempo gasto nas seleções e avaliação das progênies.

Também as observações sobre as espécies silvestres do banco de germoplasma mostraram-se úteis, principalmente quanto a sua reação a moléstias e pragas, permitindo a transferência dos fatores genéticos de resistência, de que são portadoras, para os cultivares de *C. arabica*. Além da ampla variabilidade genética que se encontra nas populações derivadas dessas hibridações, foi possível desenvolver alguns cultivares novos, como o Icatu, de significativo interesse para a economia do país.

#### REFERÊNCIAS

1. BETTENCOURT, A.J. Considerações gerais sobre o Híbrido do Timor. Circ. nº 23, Instituto Agrônomo, Campinas, 20 pp., 1973.
2. BETTENCOURT, A.J. & LOPES, J. Transferência de fatores de resistência a *H. vastatrix* do Híbrido do Timor para o cultivar Caturra Vermelho de *Coffea arabica*. Congresso Brasileiro de Pesquisas, Caffeiras, Caxambu, MG, 4: 287-291. 1976.
3. CARELLI, M.L.C., LOPES, C.R. & MONACO, L.C. Chlorogenic acid content in species of *Coffea* and selections of *C. arabica*. Turrialba 24(4): 398-401, 1974.

4. CARVALHO, A. Melhoramento do Cafeeiro VI: Estudo e interpretação para fins de seleção de produções individuais na variedade Bourbon. *Bragantia* 12: 179-200, 1952.
5. CARVALHO, A. Advances in coffee production technology. Recent advances in our knowledge of coffee trees. 2 - Genetics. *Coffee & Tea Industries* 81: 30-36, 1958.
6. CARVALHO, A. Melhoramento do cafeeiro - Cruzamentos entre *C. arabica* e *C. canephora*. *ASIC Coloquím, Salvador, Bahia*, 10: 363-368, 1982.
7. CARVALHO, A., FAZUOLI, L.C., COSTA, W.M. & GUERREIRO (FILHO), O. Incorporação de fatores de resistência ao agente da ferrugem no café Mundo Novo. Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Londrina, PR, 11: 183-185, 1984.
8. CARVALHO, A. & KRUG, C.A. Agentes da polinização da flor do cafeeiro (*Coffea arabica*). *Bragantia* 9: 11-24, 1949.
9. CARVALHO, A., MEDINA (FILHO), H.P. & FAZUOLI, L.C. Genetic analysis of short stature characteristic in *Coffea arabica*. In Proc. ASIC Colloquium, Salvador, BA, Brasil 10: 57, 1982 (Resumo).
10. CARVALHO, A., MEDINA (FILHO), H.P. & FAZUOLI, L.C. Evolução e melhoramento do cafeeiro. Colóquio sobre citogenética e Evolução de Plantas. ESALQ, Piracicaba, SP, 1: 21, 1984. (Resumo).
11. CARVALHO, A. & MÔNACO, L.C. Natural cross-pollination in *Coffea arabica*. Proc. XVI. Hort. Congr. Brussels, 4: 447-449, 1962.
12. CARVALHO, A. & MÔNACO, L.C. Genetic relationships of selected *Coffea* species. *Ciência e Cultura* 19 (1): 151-165, 1967.

13. CARVALHO, A., MONACO, L.C. & FAZUOLI, L.C. Melhora-  
mento do cafeeiro XL. Estudo de progênies e hí-  
bridos de café Catuai. *Bragantia* 38(229): 203-  
216, 1979.
14. CARVALHO, A., MONACO, L.C. & VAN DER VOSSEN, H.A.M.  
Café Icatu como fonte de resistência a *Colleto-  
trichum coffeaeum*. *Bragantia* 35: 343-347, 1976.
15. CARVALHO, A., SCARNARI, H.J., ANTUNES (FILHO), H. &  
MONACO, L.C. Melhoramento do cafeeiro XXII: Re-  
sultados obtidos no ensaio de seleções regionais  
de Campinas. *Bragantia* 20: 712-740, 1961.
16. CARVALHO, A. & OUTROS. Melhoramento do Cafeeiro IV:  
Café Mundo Novo. *Bragantia* 12: 97-129, 1952.
17. CARVALHO, A & OUTROS. Melhoramento do Cafeeiro  
XIII: café Bourbon Amarelo, *Bragantia* 16: 411-454,  
1957.
18. FAZUOLI, L.C. Resistance of coffee to the root-knot  
nematode species *Meloidogyne exigua* and *M. incog-  
nita*. p. 57. In Coloque International sur la  
Protection des Cultures Tropicales, Lyon, France,  
1981.
19. FAZUOLI, L.C. Avaliação de progênies de café Mundo  
Novo (*Coffea arabica*). MS Tese, Escola Superior  
de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de  
São Paulo, Piracicaba, 1982.
20. KRUG, C.A. Controle de polinização nas flores do ca-  
feeiro. Campinas, Instituto Agrônômico, 12 p.  
(Bol. Técn. 15).
21. KRUG, C.A. Melhoramento do cafeeiro: doze anos  
(1933-1944) de pesquisas básicas e aplicadas rea-  
lizadas nas Seções de Genética, Café e Citologia  
do Instituto Agrônômico. Bol. Suptda. Café - São  
Paulo 20 (222): 863-872, (223): 979-992, (224):  
1038-1046, 1945.

22. KRUG, C.A. & CARVALHO, A. Genetic proof of the existence of coffee endosperm. *Nature* (London) 144:515, 1939.
23. KRUG, C.A. & CARVALHO, A. The Genetic of Coffee. *Adv. Genet.* 4: 127-158, 1951.
24. LONGO, C.R.L. Estudo de pigmentos flavonóides e sua contribuição à filogenia do gênero *Coffea*. Dout. Tese, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Univ. São Paulo, 1972.
25. MAGLIO, C.A.F.P. Morfologia dos cromossomos nucleolares em fase de paquiteno no gênero *Coffea*. UNICAMP, Instituto de Biologia. Tese dissertação para obter título Mestre. 92p. 1983 (datilografada, não publicada).
26. MAZZAFERA, P., GUERREIRO (FILHO), O. & CARVALHO, A. Estudo da coloração verde do grão de café. Determinação dos flavonóides e clorofila. Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. Londrina, PR. 11: 178-181, 1984.
27. MEDINA (FILHO), H.P., CARVALHO, A. & MONACO, L. C. Melhoramento do cafeeiro XXVII: Observações sobre a resistência do cafeeiro ao bicho mineiro. *Bragantia* 36: 131-137, 1977.
28. MEDINA (FILHO), O., CARVALHO, A., SONDAHL, M. R., FAZUOLI, L. C. & COSTA, W.M. Coffee breeding and related evolutionary aspects. *Plant Breeding Reviews*, AVI, USA, 2: 157-193, 1984.
29. MENDES, A.J.T. Plantas monossômicas em *Coffea arabica*. *Ciência e Cultura* 3: 26, 1951.
30. MENDES, A.J.T. Advances in Coffee Production Technology. Recent advances in our knowledge of coffee trees. 3 Cytology. *Coffee & Tea Industries* 81: 37-41, 1958.



31. MENDES, A.J.T., MEDINA, D.M. & CONAGIN, C.H.T. Citologia do desenvolvimento dos frutos sem sementes no café Mundo Novo. *Bragantia* 13: 257-279, 1954.
32. MENDES, A.J.T. Ensaio de variedades de cafeeiros. Campinas, Instituto Agronômico, 1939, 36p. (Bol. Técn. 65).
33. MONACO, L.C., CARVALHO, A. & FAZUOLI, L.C. Melhoramento do cafeeiro. Germoplasma do café Icatu e seu potencial no melhoramento. Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Poços de Caldas, MG, 2: 103, 1974. (Resumo).
34. MONACO, L.C., CARVALHO, A. & ROCHA, T.R. Melhoramento do cafeeiro XXVIII. Ensaio de Seleções Regionais de Mococa. *Bragantia* 24:9-27, 1965.
35. SONDAHL, M.R. and SHARP, W.R. High frequency induction of somatic embryos in cultural leaf explants of *C. arabica* L. 2. *Pflanzenphysiol.* 81: 395-408, 1977.