

Estudos de quimiotaxonomia em cultivares de *Coffea arabica* L.*

CATALINA ROMERO LOPES, LOURIVAL CARMO MONACO**

ABSTRACT

Flavonoids were analysed in fourteen cultivars of *C. arabica* in order to establish additional information for their characterization. The flavonoid types were used to study the genetic relationship among the most important cultivars of this economically valuable species.

Forty seven different flavonoids were identified but only thirteen occurred in all cultivars studied. The comparative data lends support to previous information that Mokka and Caturva Vermelha were major gene mutations which occurred in Bourbon Vermelha. The cultivated varieties on the other hand revealed characteristics which indicate their hybrid origin. Selections from India were shown to be closely related to the *Arabica* cultivar despite of the fact of being obtained from advanced populations of a cross between *C. arabica* and *C. liberica*. Four flavonoids were shown to occur exclusively in cultivars selected in indigeneous coffee population of Ethiopia.

The flavonoids studies reported in the present paper provided additional data about some of coffee cultivars whose origin was unknown — The authors.

Introdução

COMPOSTOS fenólicos têm sido usados em estudos taxonômicos em *Babia* (6), em *Cattleia* e *Laelia* (24), em *Baptisia* (2 e 3), em *Aquilegia* (23), em *Viola* (21), na tribo *Genistae* (12), na família *Umbelliferae* (5), etc. Outros compostos como alcaloides (13) e isozimas (9) também têm sido usados.

Embora os princípios de bioquímica sistemática tenham sido elaborados por De Candolle no século passado, o uso de característicos químicos ou bioquímicos como auxiliares em estudos taxonômicos e filogenéticos em espécies vegetais, recentemente passou a ser explorado com mais intensidade. Seu aproveitamento tem sido feito visando estabelecer critérios adicionais na análise de grupos taxonomicamente mal definidos, no melhor conhecimento da filogenia de grupos geneticamente importantes, em estudos de herança de híbridos interespecíficos e no aprimoramento do conhecimento das relações entre populações de um mesmo taxon.

As relações entre algumas espécies do gênero *Coffea* do ponto de vista da quimiotaxonomia foram estudadas em detalhe por Lopes e Monaco (17). Dez espécies analisadas quanto à presença de flavonóides revelaram a ocorrência de 75 tipos diferentes desses componentes químicos. As diferenças encontradas entre as espécies permitiram uma avaliação sobre os resultados já obtidos nos estudos morfológicos e genéticos. Foram identificados flavonóides que produzem manchas de cor amarela e castanha específicos para *C. arabica*, *C. eugenoides* e *C. salvatrix*. Somente cinco tipos de flavonóides ocorreram nas dez espécies estudadas. Duas variedades de *C. arabica*: *arabica* e *abissinica* mostraram diferenças quanto a doze flavonóides.

Devido a essas diferenças a afinidade da espécie *C. arabica* com as demais estudadas variava, dependendo da variedade considerada. A variedade *abissinica* mostrou maior afinidade a *C. eugenoides* revelando provavelmente ter origem anterior à variedade *arabica* (17).

O potencial representado pelo uso de características químicas na diferenciação dos cultivares apresenta grande interesse para a espécie *C. arabica*. Tratando-se de espécie introduzida no continente americano poucas são as variedades em cultivo em larga escala. A própria

* Recebido para publicação em dezembro, 1976.

** Instituto Agrônomo, Caixa Postal 28, 13 100 Campinas, São Paulo, Brasil.

origem desse material é pouco conhecida, pois representa introduções secundárias ou foram introduzidas por acaso, como o 'Bourbon Vermelho'.

Também cultivares recebidos do continente africano são pouco conhecidos do ponto de vista genético o de suas relações. O interesse pelo estabelecimento das relações entre esses germoplasmas é grande, pois seu estudo poderia esclarecer aspectos sobre a própria origem de *C. arabica*. Embora a Etiópia tenha sido considerada centro de origem da espécie, Monaco (18) considera o país africano como o provável centro de diversificação da espécie.

Oos resultados da análise de flavonóides em frutos de cultivares de *C. arabica*, sua implicação no conhecimento dos germoplasmas e seu inter-relacionamento são apresentados neste trabalho

Material e Método

As análises de flavonóides foram realizadas em polpas de frutos maduros de alguns cultivares de *Coffea arabica*, seção *Eucoffea*, subseção *Erythrocoffea*. Os cultivares e as respectivas procedências do material estudado são as seguintes:

'Arabica' — correspondente a primeira variedade introduzida no Brasil e a mais cultivada na América Latina

'Abissinica' — correspondente à introdução 1161, Tafari-Kela, recebida da Etiópia através do USDA

'Laurina' — proveniente da Turquia com o nome de café Esmirna

'Mokka' — da antiga coleção do Instituto Agrônomo com o nome de Mirteles (Arábia).

'Geisha' — introduzida a partir da Tanzania. Originária da Etiópia.

'Ciociccie' — proveniente da Etiópia.

'K7' — sementes provenientes de Ruiru, Quênia.

'X 321' — sementes provenientes da Lyamungu, Moshí, Tanzania.

'Ba 10' — sementes enviadas de Balehonnur, Mysore State, Índia.

'Bourbon Amarelo' — parece ter-se originado como produto de segregação do cruzamento natural entre o 'Bourbon Vermelho' e o 'Amarelo de Botucatu'.

'Bourbon Vermelho' — proveniente da ilha de Reunião.

'Caturra Vermelho' — mutação simples do 'Bourbon Vermelho'.

'Caturra Amarelo' — há duas suposições sobre sua origem: pode ser uma mutação do 'Caturra Vermelho' ou um produto de recombinação do híbrido natural entre 'Bourbon Amarelo' e 'Caturra Vermelho'.

'Mundo Novo' — produto de recombinação do híbrido natural entre o 'Bourbon' e o 'Sumatra'.

A extração dos pigmentos flavonóides a partir de polpas de frutos maduros desidratadas por liofilização, foi efetuada em aparelhos tipo Soxhlet, empregando-se uma série eluotrópica de três solventes, iniciando-se com um não polar, éter de petróleo (30-65°C) para eliminação de lipídios, seguindo-se o clorofórmico e finalmente um polar, o metanol 80 por cento, sendo o tempo de extração para cada solvente de cerca de 24 horas

A separação dos componentes dos extratos metanólicos foi feita através da cromatografia bidimensional ascendente em papel Whatman Nº 1 (1, 10, 11 e 20). O sistema de solventes empregado foi para a primeira direção n-butanol: ácido acético: água nas proporções de 4:1:5, volume por volume (fase superior) e para a segunda, ácido acético a 2% (8, 11)

Para detecção das manchas os cromatogramas foram observados sob luz ultravioleta curta e longa após exposição a vapores de amônia. Uma vez individualizadas as manchas foram numeradas, tendo-se o cuidado de que manchas iguais de amostras diferentes recebessem o mesmo número. A numeração foi iniciada com as manchas mais frequentes. Para cada composto foram calculados os valores de Rf em relação aos dois sistemas de solventes

As relações de afinidade entre os diferentes cultivares foram avaliadas utilizando-se o método do índice de afinidade pareada (P.A.) apresentado por Ellison, Alston e Turner (6). Segundo esse método, determinou-se a afinidade entre dois cultivares (A e B), com base em resultados das análises cromatográficas, através da seguinte fórmula:

$$P.A. = \frac{\text{manchas comuns aos cultivares A + B}}{\text{total de manchas em A + B}} \cdot 100$$

Resultados

Os resultados das análises cromatográficas dos extratos de polpas de frutos maduros dos catorze cultivares de *Coffea arabica* estudados, estão dispostos no Quadro 1. Os valores de P.A. calculados para cada par desses cultivares a partir dos dados que estão reunidos no Quadro 1, são apresentados no Quadro 2 e a Figura 1, mostra os gráficos poligonais de cada um desses cultivares

Quarenta e sete tipos de flavonóides foram identificados e diferenciados tanto pela coloração, como pelo

Quadro 1 —Relação das manchas encontradas nas análises cromatográficas dos extratos de polpas de frutos maduros de cultivares de *C. arabica*.

Mancha				Cultivares													
Número	Cor ⁽¹⁾	Rf		Arábica	Mundo Novo	B. vermelho	B. amarelo	Cat. vermelho	Cat. amarelo	Laura	Mokka	Abissínic	Geisha	Coteque	X 321	K 7	BA 10
		B A W ⁽²⁾	HO-AC ⁽³⁾														
1	Azul esv.	80	9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	Azul	78	59	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Azul esv.	78	22	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	Lilás	78	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	Azul esv. esc.	76	76	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	Azul esv. esc.	68	75	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7	Azul esv. esc.	64	55	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8	Amar. dourad	55	20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9	Azul esv.	53	76	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10	Azul esv. fl.	53	61	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11	Amar. cast	51	31	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12	Amar. pálida	19	68	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13	Amar. azulada	17	14	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14	Cast dourada	64	12	+	+	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+
15	Amarela	33	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	+	+	+
16	Cinza	10	81	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	+	+	+
17	Roxa	83	83	+	+	+	+	—	+	+	+	—	+	+	+	+	+
18	Roxa	40	64	+	+	+	+	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+
19	Amar. pálida	15	55	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—
20	Azul-roxa	84	70	+	+	+	+	—	+	+	+	—	+	+	+	+	—
21	Lilás	66	0	+	+	—	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+	—
22	Amarela	56	4	+	+	+	+	—	+	+	+	+	+	+	—	+	—
23	Cinza	9	87	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+	—	—	+	+
24	Amarela	7	0	—	+	—	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+	+
25	Roxa	41	77	—	+	+	—	+	+	—	+	—	+	—	+	—	—
26	Cinza	92	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—
27	Amarela	22	67	—	—	—	+	+	—	+	—	+	+	+	+	—	+
28	Azul-roxa	82	28	+	+	+	—	+	+	—	+	—	—	—	—	—	+
29	Amar. cast	54	35	+	+	—	—	—	+	+	—	+	—	—	—	—	+
30	Amar. dourada	33	7	+	—	+	—	+	—	—	+	+	+	+	—	—	—
31	Lilás	27	0	+	—	—	+	—	—	+	+	—	+	+	—	—	+
32	Amarela	17	51	—	—	—	+	+	—	+	—	+	—	—	—	—	—
33	Amarela	23	46	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	+	—
34	Cinza	17	87	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
35	Azul	76	5	+	—	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+
36	Azul int fl	92	33	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
37	Amarela	29	58	+	+	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
38	Amar. dourada	38	0	—	—	+	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—	—
39	Amar. dourada	48	0	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
40	Cinza	23	88	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
41	Azulada	64	29	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
42	Amarela	13	25	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
43	Azul	25	66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
44	Roxa	25	76	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
45	Amar. dourada	12	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
46	Azul esv.	75	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
47	Amarela	75	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—

(1) Cor em U. V. após exposição a vapores de amônia; amar = amarela; averm = avermelhada; cast = castanha; esc = escura; esv = esverdeada; fl. = fluorescente; int. = intensa.
 (2) n-Butanol: ácido acético: água (4:1:5).
 (3) Solução aquosa de ácido acético a 2%.

Quadro 2 —Valores de P.A para cultivares de *C. arabica*.

Cultivares	P. A.													
Arabica	100													
Mundo Novo	84	100												
Bourbon Vermelho	82	77	100											
Bourbon Amarelo	85	84	75	100										
Caturra Vermelho	78	77	75	78	100									
Caturra Amarelo	80	93	84	84	73	100								
Mokka	84	90	84	84	81	86	100							
Laurina	82	84	71	96	78	80	84	100						
X 321	73	83	76	84	80	79	83	84	100					
BA 10	83	79	80	80	80	78	79	80	82	100				
K 7	78	84	78	82	78	84	84	82	88	74	100			
Cioiccie	72	74	71	78	71	70	81	78	84	72	78	100		
Geisha	82	85	79	89	82	81	91	89	88	80	86	86	100	
Abissinica	80	76	66	80	80	69	73	84	75	75	77	70	78	100

respectivo Rf. Desses 47 tipos apenas 13 foram encontrados em todos os cultivares analisados. Os cultivares 'Arabica', 'Mundo Novo', 'Bourbon Amarelo', 'Mokka', 'Geisha' e 'K 7' apresentaram 23 tipos comuns. Os quatro primeiros cultivares foram desenvolvidos ou introduzidos há muito no Brasil, enquanto os outros dois são oriundos da Etiópia e Quênia respectivamente.

Quatro dos tipos encontrados são exclusivos dos cultivares da Etiópia e que devem representar compostos mantidos nas populações originais. Por outro lado, cinco dos flavonóides são específicos dos cultivares existentes no Brasil.

Flavonóides consistindo de compostos de cor amarela e castanha ocorrem em elevada frequência, sendo essa variável dependendo dos cultivares analisados. Alguns desses flavonóides são importantes nos estudos filogenéticos, pois são característicos de poucas espécies, incluindo *C. arabica*.

Os valores de P.A. obtidos, referentes aos cultivares de *C. arabica*, apresentam uma grande variação, de 66 até 96 por cento o que confirma a grande variabilidade descrita na espécie. Tais valores permitem verificar a individualidade de cada cultivar e a correção de sua identidade botânica (não havendo entre eles nenhum caso com 100 por cento de afinidade).

Discussão

As comparações feitas, tomadas de forma relativa, permitem que se tirem conclusões sobre os cultivares estudados. É evidente que uma ligação entre a evolução

ou seleção de cada cultivar somente poderá ser completada com a identificação dos componentes, bem como a sequência que se seguiu na sua formação.

Alguns dos cultivares, embora bem caracterizados não têm origem definitivamente estabelecida. O 'Bourbon Vermelho', por exemplo, apresenta, em geral, baixa afinidade com os demais cultivares, especialmente com os semi-silvestres. Esse fato parece indicar que, pelo menos bioquimicamente, tal cultivar provavelmente oriundo da ilha de Reunião, evoluiu de forma divergente dos demais. A alta afinidade entre 'Mokka' e 'Bourbon Vermelho' parece apoiar a hipótese de que 'Bourbon Vermelho' teria se originado do 'Mokka' (16). O 'Caturra Vermelho' que parece ter-se originado por mutação simples do 'Bourbon Vermelho', apresenta baixa afinidade com todos os demais cultivares e apenas razoável afinidade com o 'Bourbon Vermelho'. Este fato indica que, apesar de o 'Caturra Vermelho' ser também portador dos alelos // como 'Bourbon Vermelho', tem também uma constituição diferente ou que, talvez o próprio alelo *C1* (Caturra) possa ser responsável pelas diferenças notadas.

A boa afinidade dos cultivares 'Mundo Novo', 'Bourbon Amarelo' e 'Caturra Amarelo', entre si e com todos os demais, parece indicar que têm origem diferente do 'Bourbon Vermelho' e do 'Caturra Vermelho'. Realmente, o 'Bourbon Amarelo' e o 'Mundo Novo' são produtos de recombinação, no primeiro caso, do híbrido natural entre 'Bourbon Vermelho' e 'Amarelo de Botucatu', e no segundo do 'Bourbon Vermelho' e 'Sumatra'. Quanto ao 'Caturra Amarelo', embora

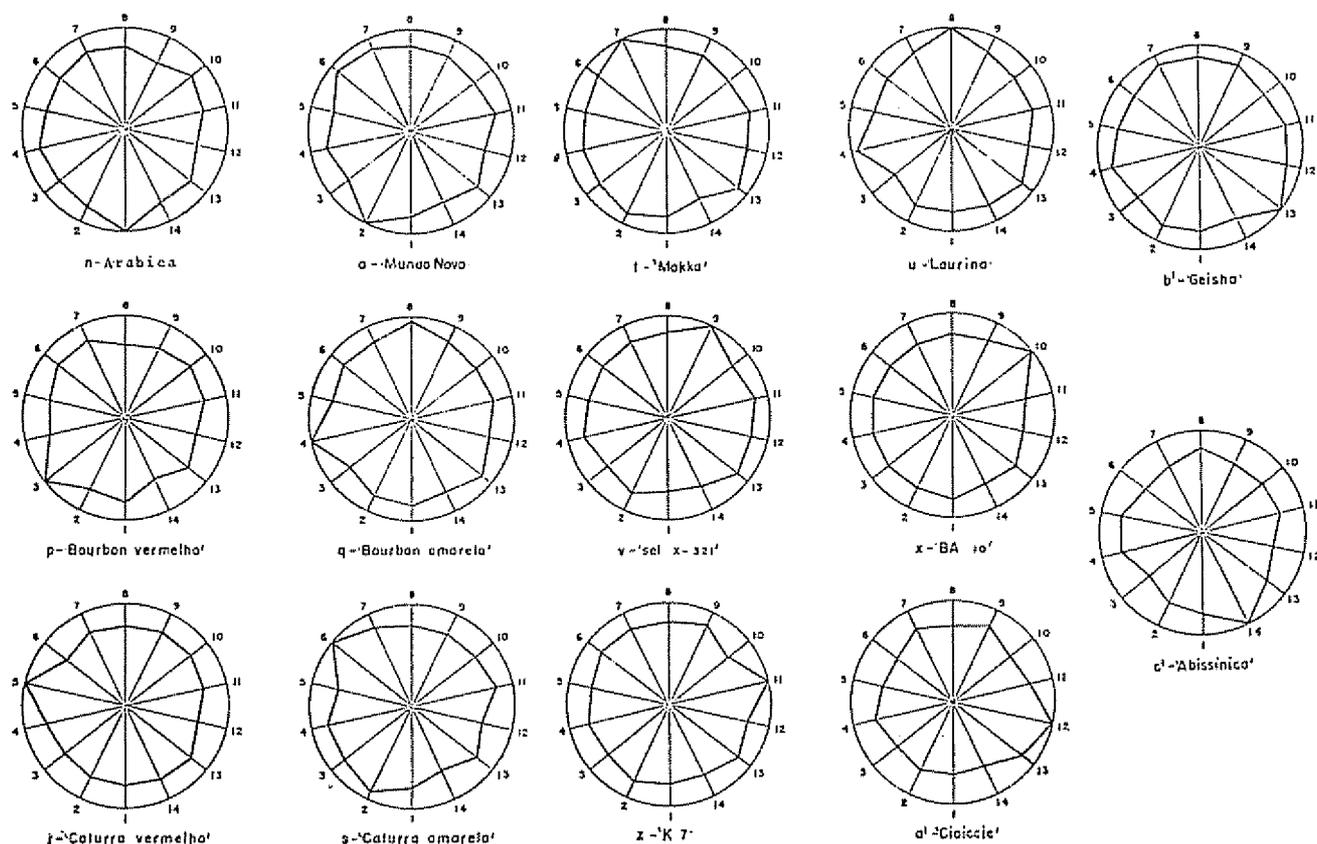


Fig. 1.—Gráficos poligonais preparados com análise de flavonóides de cultivares de *Coffea arabica*

tenha sido considerado originário do 'Caturra Vermelho', através de mutação do alelo *Xc* para *xc*, os resultados das análises bioquímicas sugerem que parece mais provável ser ele também um produto de recombinação, nesse caso, entre o 'Caturra Vermelho' e o 'Bourbon Amarelo' ou o 'Amarelo de Botucatu'. Dessa forma, ambos cultivares de frutos amarelos teriam tido em sua origem, a participação do 'Amarelo de Botucatu'.

A grande afinidade entre o 'Laurina' e o 'Mokka' confirma os dados da análise genética que indicam terem tais cultivares os alelos *lr* em comum, de ocorrência rara em condições naturais. A diferença principal entre os dois cultivares seria, que, enquanto o 'Laurina' apresenta o alelo *mo* na condição dominante (*lr lr Mo Mo*) o 'Mokka' os apresenta na condição recessiva (*lr lr mo mo*).

Os cultivares com prefixo BA, como 'BA 1' até 'BA 36', foram seleccionados na Estação Experimental de Balehonnur, India, e são considerados provenientes de gerações avançadas de hibridações interespecíficas entre *Coffea arabica* e *Coffea liberica* (19).

A afinidade com os cultivares estudados é elevada, superior mesmo àquela obtida entre a variedade *arabica* e *C. liberica* (14). É bastante provável que devido à eliminação cromossômica durante o processo, tenha ocorrido uma seleção preferencial para cromossomos da espécie *C. arabica*. A seleção em direção do fenótipo de *C. arabica* deve ter intensificado a eliminação dos cromossomos de *C. liberica*.

O 'X321' da Tanzânia, e o 'K7' de Quênia, apresentam excelente afinidade, indicando provável origem comum. Todavia, o 'K7' parece ter sido seleccionado do cultivar 'French Mission' (15) e o 'X 321', foi seleccionado do antigo cultivar 'Kents', em uma plantação localizada em Uru, distrito de Quilimanjaro, Tanzania (7). Entretanto, essa origem vem sendo questionada de diferente ponto de vista. Sendo o 'K7' portador do gene *SH₂* para resistência a *Hemileia vastatrix* é difícil imaginar que tenha se originado do 'French Mission', onde apenas a fator *SH₂* é encontrado, principalmente levando-se em conta a baixa ocorrência de mutações nos fatores que condicionam resistência. Por esse motivo, é provável que o 'K7' seja originário da seleção do 'Kents' ou, pelo menos, do cruzamento

entre esse cultivar e o 'French Mission'. Os dados bioquímicos confirmam a participação do 'Kents' na sua formação.

Comparações feitas entre os vários cultivares e as introduções semi-silvestres da Etiópia, revelam diferenças interessantes. O 'Geisha' apresenta as mais altas relações com todos os demais, enquanto o 'Abissinica' e o 'Cioiccie' têm as mais baixas afinidades com todos. Esse fato poderia sugerir que os demais cultivares ter-se iam originado de tipos mais semelhantes ao 'Geisha' o qual estaria colocado no meio da escala de diferenciação. Como porém, as análises foram feitas em frutos das poucas plantas existentes na coleção de Campinas, torna-se difícil qualquer generalização. Haveria necessidade de análise mais extensa das populações nativas nas regiões da Etiópia. Além disso, verifica-se que em relação ao tipo 'Geisha', as informações são particularmente escassas.

Segundo Sylvain (22), os cafés 'Ennarea', 'Jimma' ou 'Kaffa', 'Agaro', 'Cioiccie', 'Iragalem', 'Dilla', 'Tafari Kela', 'Arba Cougou', 'Harar', 'Zeghie', 'Loulo', 'Wolkite' e 'Wollamo' são os principais tipos encontrados na Etiópia. Os cultivares semi-silvestres analisados são dos tipos 'Tafari Kela' e 'Cioiccie' ao qual pertence o 'Abissinica' e 'Geisha'.

Esforços têm sido dedicados à compreensão da evolução da espécie *arabica* como também para estabelecer o centro de origem da espécie. As primeiras informações indicavam a Etiópia como centro de origem da espécie.

Todavia, o termo "café selvagem" ou "semi-silvestre" é usado indiscriminadamente na Etiópia, acarretando sérias dúvidas, pois é praticamente impossível distinguir velhas plantações de há muito abandonadas, de cafeeiros que crescem espontaneamente (22). As primeiras expedições à Etiópia realizadas pelas Missões Lefebvre, Petit e Quartir Dillon há mais de um século, indicam que o café já era largamente cultivado no distrito de Kaffa. Esse fato, parece indicar que grande parte do café etíope não é selvagem no sentido biológico, mas são velhas plantações ou plantas que escaparam ao cultivo, não eliminando a possibilidade da existência de formações espontâneas. O fato de o café ser encontrado muitas vezes em associações com o crescimento secundário da floresta, pode bem ser devido ao costume existente em alguns lugares, como em Kaffa, de remover parte ou toda a copa das árvores, na suposição de que isso aumenta a produção. Tal prática teria resultado na remoção do crescimento primário, que teria sido substituído pelo crescimento secundário. Essa hipótese foi corroborada pelos estudos sobre a variabilidade genética das populações de café da Etiópia (18).

Um estudo minucioso das florestas originais da Etiópia, possivelmente revelaria a existência de café silvestre, ainda que ocupando área restrita. Os fatos relatados e a falta de dados históricos, impossibilitam

indicar qual dos cultivares hoje chamados semi-silvestres seja realmente silvestre. Os dados existentes permitem afirmar que a Etiópia, em particular a província de Kaffa, parece ser o centro de diversificação de *Coffea arabica*, e que a Arábia foi o primeiro país a cultivar tal espécie.

Os dados bioquímicos quando analisados não possibilitam chegar a qualquer conclusão sobre o cultivar mais primitivo. Todavia, é de ressaltar que o 'Geisha' apresenta maior número de manchas comuns a todos os cultivares, o que poderia indicar que muitas das seleções estudadas se ligam remotamente à região montanhosa do Sul da Etiópia, onde é encontrado esse cultivar.

O aparecimento de maior número de compostos amarelos nos cromatogramas dos cultivares 'Geisha', 'Abissinica' e 'Cioiccie', tidos como semi-silvestres, e a constatação de que parecem pertencer à mesma classe dos compostos amarelos presentes na *C. eugenioides*, podem indicar a existência de relações particulares entre essa espécie e *C. arabica*. Embora os cultivares 'Mokka' e 'Laurina' tenham maiores semelhanças morfológicas com a espécie *C. eugenioides* os valores de P.A. entre esses cultivares e *C. eugenioides* são praticamente iguais aos valores de P.A. entre *arabica* e essa espécie, indicando que não devem ser mais próximas a ela.

Os gráficos poligonais correspondentes aos cultivares estudados (Figura 1) mostram extrema semelhança de forma. Isso seria esperado de cultivares de uma mesma espécie, e serve para provar a validade do método utilizado. As áreas menores dos polígonos do 'Abissinica', 'Cioiccie' e 'Bourbon Vermelho' comprovam as menores afinidades desses cultivares com os demais.

É notável a variação intra específica observada em *C. arabica*, espécie autofértil, com valores de P.A. de 66 a 96 por cento. Infelizmente não se pode afirmar que variabilidade dessa natureza não possa ser também encontrada nas demais espécies de *Coffea*. Os dados obtidos como já se disse, referem-se a apenas alguns cultivares dessas espécies existentes na coleção, material considerado insuficiente para maiores generalizações. Como tais cultivares foram colhidos na coleção, é possível que os descendentes reflitam cruzamentos entre eles, influenciando no resultado das análises.

Resumo

As relações genéticas entre alguns dos principais cultivares de café *Arabica* existentes, foram estudados do ponto de vista bioquímico. Flavonóides foram determinados nos cultivares 'Arabica', 'Mundo Novo', 'Bourbon Amarelo', 'Bourbon Vermelho', 'Caturra Vermelho', 'Caturra Amarelo', 'Laurina', 'Mokka', 'Abissinica', 'Geisha', 'Cioiccie', 'K 7', 'X 321' e 'B10'.

Quarenta e sete tipos de flavonóides foram identificados, porém, apenas 13 deles são comuns a todos os cultivares. Os demais flavonóides ocorrem de forma

diferencial, de modo a permitir análise sobre a individualidade de cada cultivar. Quatro dos flavonoides ocorrem exclusivamente em cultivares oriundos de populações semi-silvestres da Etiópia.

A variabilidade detectada entre os cultivares reforça a necessidade de estudo amplo das populações de modo a estabelecer a representatividade do ponto de vista da espécie. Por outro lado os flavonoides poderão ser usados para fins de caracterização dos cultivares e oferecem elemento adicional a ser usado para fins de proteção dos direitos de patente vegetal.

Literatura citada

1. AISTON, R. E. Leucoanthocyanin synthesis in darkgrown seedlings of *Impatiens balsamina*. *American Journal of Botany* 45: 289-294. 1958.
2. ——— e TURNER, B. L. Natural hybridization among four species of *Baptisia* (Leguminosae). *American Journal of Botany* 50: 159-173. 1963.
3. ———. Flavonoid chemistry of *Baptisia*. A current evaluation of chemical methods in the analysis of interspecific hybridization. *Taxon* 14: 268-274. 1965.
4. CHEVALIER, A. Les caféiers du globe III. Systematique des caféiers et faux-caféiers, maladies et insectes nuisibles. Paris, Paul Lechevalier. 1947. 356 p.
5. CROWDEN, R. K., HARBORNE, J. B. HEYWOOD, V. H. Chemosystematics of the *Umbelliferae*. A general survey. *Phytochemistry* 8:1963-1984. 1969.
6. ELLISON, W. I., AISTON, R. E. e TURNER, B. L. Methods of presentation of crude biochemical data for systematic purpose, with particular reference to the genus *Babia* (Compositae). *American Journal of Botany* 49: 599-604. 1962.
7. FERNIE, I. M. Description of the coffee tree, varieties and selection. In J. B. D. Robinson (ed) *A Handbook on Arabica coffee in Tanganyika*. Moshi, Tanganyika Coffee Board. 1964. pp 1-18.
8. GEISSMAN, T. A. Anthocyanins, Chalkones, Aurones, Flavone and related water-soluble plant pigments. In K. Peach & M. V. Tracey (ed.) *Modern methods of plant analysis* Vol 3. Berlin, Springer Verlag. 1955. pp 450-498.
9. GOTLIEB, I. D. Gel electrophoresis; new approach to the study of evolution. *Bioscience* 21 (18): 939-944. 1971.
10. HARBORNE, J. B. The chromatographic identification of anthocyanin pigments. *J. Chromatography* 1: 473-488. 1958.
11. ———. The chromatography of the flavonoid pigments. *J. Chromatography* 2: 581-604. 1959.
12. ———. Chemosystematic of leguminosae flavonoid and iso-flavonoid patterns in the tribe Genistae. *Phytochemistry* 8: 1449-1456. 1969.
13. HEGNAUER, R. Chemical characters in plant taxonomy: some possibilities and limitations. *Pure and Applied Chemistry* 14: 173-187. 1967.
14. HUTCHINSON, A. H. The polygonal presentation of polyphase phenomena. *Transactions of the Royal Society of Canada. Ser. 3, Sec. 5*, 66: 19-26. 1956.
15. JONES, P. A. Notes on the varieties of *Coffea arabica* in Kenya. In Coffee Board of Kenya (ed.) *Selected articles in coffee culture*. Ruiru, Kenya. 1957. pp. 158-166.
16. KRUG, C. A. e MENDES, A. J. T. Conhecimentos gerais sobre a genética e a citologia do género *Coffea*. *Revista de Agricultura (Piracicaba)* 18: 399-408. 1943.
17. LOPES, C. R. e MONACO, I. C. Chemotaxonomic studies of some species of the genus *Coffea* (in press) 1976.
18. MONACO, I. C. Considerations on the genetic variability in *Coffea arabica* in Ethiopia. *FAO Coffee Mission to Ethiopia 1964-1965*. Rome. FAO. 1968. pp. 49-69.
19. NARASIMHASWAMY, R. I. La herrumbre del café (Hemileia) en la India. *Café (Costa Rica)* 3: 41-77. 1961.
20. SEIKEL, M. K. Chromatographic method of separation, isolation and identification of flavonoid compounds. In T. A. Geissman (ed.) *The Chemistry of Flavonoid Compounds*. New York, Macmillan, 1962. pp. 34-69.
21. STEBBINS, G. L. *et al*. Identification of the ancestry of an amphiploid *Viola* with the aid of paper chromatography. *American Journal of Botany* 50 (8): 830-839. 1963.
22. SYLVAIN, P. G. Some observations on *Coffea arabica* L. in Ethiopia. *Turrialba* 5: 37-53. 1955.
23. TAYLOR, R. J. e CAMPBELL, D. Biochemical systematics and phylogenetic interpretation in the genus *Aquilegia*. *Evolution* 23: 153-162. 1969.
24. TOSELLO, G. A. Emprego da cromatografia em estudos filogenéticos nos géneros *Cattleya* e *Laelia* (Orchidaceae, Epidendrinae). Tese de doutoramento. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba. 1969.