

GENÉTICA DE *COFFEA*

XV - HEREDITARIEDADE DOS CARACTERÍSTICOS PRINCIPAIS DE *COFFEA* *ARABICA* L. VAR. *SEMPERFLORENS* K.M.C. (1)

A. CARVALHO, engenheiro agrônomo, Secção de Genética, e C. A. KRUG, engenheiro agrônomo, diretor, Instituto Agronômico de Campinas

1 - INTRODUÇÃO

No planalto paulista, as variedades de *Coffea arabica* L. florescem duas a três vezes por ano, no período compreendido entre fins de julho a novembro; raramente florescem mais vezes nesse período ou fora dele. O número de florescimentos parece estar correlacionado com a ocorrência de chuvas; são menos frequentes, quando a estiagem se prolonga até setembro; entretanto, se a estação chuvosa se iniciar mais cedo, eles, ao contrário, são mais numerosos. Sempre, no entanto, ocorrem um ou dois florescimentos mais intensos que os demais.

Outras espécies de café, tais como *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, *Coffea Dewevrei* De Wild. et Th. Dur., *Coffea congensis* Froehner e *Coffea liberica* Hiern, nem sempre seguem o mesmo ritmo de florescimento que a espécie *C. arabica* (1). No geral, essas espécies florescem, nas condições de Campinas, um número maior de vezes do que *C. arabica*.

Em 1934, foram encontradas algumas plantas da espécie *C. arabica*, caracterizadas por seu florescimento quase que continuamente durante o ano. A esse mutante foi dada a denominação de *semperflorens* (6). As investigações realizadas em torno da transmissão hereditária dos característicos do *semperflorens* constituem objeto do presente trabalho.

2 - ORIGEM DO MUTANTE SEMPERFLORENS

O mutante *semperflorens*, ao contrário de várias outras variações genéticas de *C. arabica*, não foi encontrado isoladamente. Num talhão da Fazenda Santa Lídia, em Ribeirão Preto, foram encontrados, em junho de 1934, cerca de 20 cafeeiros, diferentes dos demais existentes no mesmo talhão, por se apresentarem bem enfolhados, com folhas de um verde intenso, enquanto os outros da variedade *bourbon*, *Coffea arabica* L. var. *bourbon* (B. Rodr.) Choussy, se encontravam desprovidos de folhas, por causa da seca reinante após a colheita que havia terminado. Observou-se, também, que esses cafeeiros, dispersos pelo talhão, muitas vezes ali juntos com plantas *bourbon* nas mesmas "covas", apresentavam botões florais novos e frutos em vários estados de desenvolvimento, desde bem pequenos, até maduros, ao passo que os demais cafeeiros não apresentavam, nessa ocasião, nem

(1) Trabalho 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.

flores, nem frutos (2, 3, 6). O florescimento quase que contínuo d'esses cafeeiros já havia chamado a atenção do proprietário da referida fazenda, Sr. Arnaldo Pinto. Sementes d'esses cafeeiros semperflorens (RP 194 a RP 201 e RP 313 a RP 316) foram trazidas para Campinas, a fim de se dar início às investigações sôbre essa mutação, de efeito fisiológico tão pronunciado.

Em agôsto de 1935, dois outros exemplares de semperflorens foram encontrados na Estação Experimental Central de Campinas (n.ºs 380 e 381), em canteiro de um ensaio de adubação, da Secção de Café dêste Instituto. A variedade utilizada nessa experiência era o bourbon e as sementes haviam sido trazidas da Fazenda Quilombo, de Campinas. Esta propriedade, provavelmente, recebera sementes de bourbon de Ribeirão Prêto, pois foi daí que essa variedade, introduzida por Luís Pereira Barreto, se irradiou por todo o Estado de São Paulo. É, portanto, provável que o semperflorens de Campinas tenha a mesma origem daquele encontrado em Ribeirão Prêto e não constitua nova mutação.

Em 1949, a Secção de Café dêste Instituto recebeu de Orlândia, Estado de São Paulo, sementes de uma variação ali conhecida por "Café de Quintal". Segundo informações do sr. J. F. Diniz Junqueira, êsse "Café de Quintal" já era conhecido havia muitos anos em Goiaz, de onde provieram as sementes que deram origem às plantas de Orlândia. As sementes, em Campinas, deram origem a 20 cafeeiros, todos êles semperflorens, indicando que o "Café de Quintal" pertence à variedade *semperflorens*.

Além do característico de florescimento quase contínuo, o semperflorens difere do bourbon, por apresentar fôlhas pouco menores, de um verde mais escuro, ramos laterais mais curtos formando um ângulo menor com a haste principal. As flores, frutos e sementes são normais e o número de cromosômios somáticos é de 44 (6). A produção de frutos maduros é distribuída, praticamente, por todos os meses do ano, mas é mais intensa em dois períodos, um dêles correspondendo à época normal de colheita — março-abril-maio — e outro a outubro-novembro-dezembro. A produção anual total de frutos de algumas plantas semperflorens aproxima-se da produção de algumas boas linhagens de bourbon, de modo que essa variedade pode apresentar interêsse econômico.

3 - ANÁLISES GENÉTICAS

3.1 - DESCENDENTES DE CAFEEIROS SEMPERFLORENS

Várias autofecundações artificiais foram efetuadas no decorrer da realização da análise genética. Devido ao característico de florescer quase que durante o ano todo, pode-se também aproveitar os frutos do semperflorens provenientes de flores que se abriram em épocas diversas dos demais cafeeiros, sem recorrer à proteção artificial das flores. Quando se trata de plantas isoladas, os frutos que se formam nessa época são resultantes de autofecundações; quando existem vários cafeeiros semperflorens, próximos uns dos outros, os frutos procedem de autofecundações ou de cruzamentos entre êles.

No quadro 1 são indicados os resultados obtidos pela autofecundação artificial de cafeeiros *semperflorens* e também os dados da descendência dêsse tipo, cujas flores se abriram em épocas em que não havia flores nos demais cafeeiros.

QUADRO 1.—Número de plantas resultantes da autofecundação ou de flores que se abriram em época diversa dos demais cafeeiros

| Número dos cafeeiros | Número de plantas obtidas por autofecundação artificial das flores | | Número dos cafeeiros | Número de plantas obtidas de flores abertas em época diferente dos demais cafeeiros | |
|----------------------|--|----------------------|----------------------|---|----------------------|
| | Normais | <i>Sempreflorens</i> | | Normais | <i>Sempreflorens</i> |
| 380 ----- | 1 | 19 | RP 194 ----- | 0 | 40 |
| | | | RP 195 ----- | 0 | 40 |
| 381 ----- | 0 | 51 | RP 196 ----- | 0 | 40 |
| 503 ----- | 0 | 200 | RP 197 ----- | 0 | 20 |
| | | | RP 198 ----- | 0 | 20 |
| 504 ----- | 0 | 100 | RP 199 ----- | 0 | 30 |
| 505 ----- | 0 | 119 | RP 200 ----- | 0 | 30 |
| | | | RP 201 ----- | 0 | 5 |
| 506 ----- | 0 | 100 | RP 203 ----- | 0 | 20 |
| 1060 ----- | 0 | 22 | RP 313 ----- | 0 | 40 |
| | | | RP 314 ----- | 0 | 40 |
| LRP 79 ----- | 0 | 215 | RP 315 ----- | 0 | 30 |
| | | | RP 316 ----- | 0 | 40 |
| Total ----- | 1 | 826 | Total ----- | 0 | 395 |

Verificou-se, com exceção de um único cafeeiro da progênie 380, que a descendência dos cafeeiros *semperflorens* é constituída somente de plantas *semperflorens*. Muitas dessas progênies mencionadas no quadro 1 foram deixadas no viveiro até florescimento, classificadas e depois eliminadas; outras se encontram no local definitivo, onde sua produção vem sendo seguida há vários anos, a fim de selecionar as mais produtivas.

3.2 - CRUZAMENTOS ENTRE CAFFEEIROS SEMPERFLORENS DE PROCEDÊNCIAS DIFERENTES

Três cruzamentos foram efetuados entre plantas *semperflorens* de procedências diferentes, a saber :

| PLANTAS CRUZADAS | <i>N.º de mudas semperflorens</i> |
|-------------------------|-----------------------------------|
| RP 79-14 x 380-18 ----- | 57 |
| RP 79-14 x 912-9 ----- | 8 |
| 380 x 503 ----- | 18 |

O cafeeiro RP 79-14 é oriundo da Fazenda Santa Lídia, em Ribeirão Preto; o de n.º 380-18 é descendente do café *semperflorens* encontrado em Campinas; o de n.º 912-9 é procedente de Orlândia e o 503 é derivado do primeiro citado. Apesar de algumas destas plantas híbridas ainda serem novas, tôdas já podem ser classificadas como do tipo *semperflorens*, indicando que o café procedente dessas regiões traz o mesmo alelo. É, pois, bastante provável que todos êles sejam derivados de uma mutação original ocorrida em Ribeirão Preto.

3.3 - CRUZAMENTOS ENTRE PLANTAS NORMAIS COM CAFEEIROS SEMPERFLORENS

Vários cruzamentos foram realizados a fim de se prosseguir na análise genética e também de se tentar melhorar a produção do semperflorens, bem como para combinar os seus característicos com o de outras variedades econômicas de *C. arabica*. Além disso, foram efetuadas hibridações entre o semperflorens com diversos mutantes que florescem muito raramente, como, por exemplo, o RP 11, J 43, etc., a fim de lhes transferir o característico de florescimento contínuo e assim poder efetuar as respectivas análises genéticas.

São os seguintes os resultados obtidos :

| CAFEIROS CRUZADOS ⁽¹⁾ | Plantas obtidas | |
|----------------------------------|-----------------|---------------|
| | Normais | semperflorens |
| 43 x 380 ----- | 13 | 0 |
| 381 x 43 ----- | 7 | 3 |
| 380 x 44-23 ----- | 23 | 3 |
| 380 x 14-1 ----- | 100 | 0 |
| 482 x 505 ----- | 41 | 0 |
| 505 x 10-20 ----- | 7 | 0 |
| 505 x 32-19 ----- | 102 | 0 |
| 505 x 43-13 ----- | 4 | 0 |
| 505 x P 350 ----- | 14 | 0 |
| 505 x 551 ----- | 36 | 1 |
| 505 x 564 ----- | 94 | 0 |
| 505 x 566 ----- | 67 | 0 |
| 380ex x 21-170 ----- | 33 | 0 |
| 380ex x 134 ----- | 11 | 0 |
| 380ex x P 360 ----- | 6 | 0 |
| 380ex x RP 11 ----- | 3 | 0 |
| J 43ex x 380ex ----- | 1 | 0 |
| 380ex x (355x358)-10-21 ----- | 47 | 0 |
| 476-11 x 381-18 ----- | 10 | 0 |
| Total ----- | 619 | 7 |

Com exceção do cruzamento 381 x 43, 380 x 44-23 e 505 x 551, todos os demais somente produziram plantas normais, indicando a recessividade dos característicos do semperflorens. As 7 plantas semperflorens, ocorridas num total de 626 indivíduos F₁, devem constituir contaminações (autofecundações). Assim, 3 cafeeiros resultantes do cruzamento 381 x 43, de n.ºs —3, —5 e —8 e que são semperflorens, foram autofecundados artificialmente e cruzados entre si ou com cafeeiros semperflorens. Em todos os casos, resultaram apenas plantas semperflorens.

(1) O cafeeiro 14-1 pertence à var. *maragogipe*; 482 à var. *cera*; 10-20 à var. *typica*; 32-19 à var. *laurina*; P 350 à var. *calycanthema*; 551 à var. *mokka*; 564 à var. *murta*; 566 à var. *erecta*; 21-170 à var. *nana*; 134 à var. *rugosa*; P360 à var. *angustifolia*; 476-11 à var. *caturre*; os de nos. 43, 44-23 e 43-13 à var. *bourbon*; RP 11, J 43 e (355x358)-10-21 correspondem a variações, tôdas da espécie *C. arabica*.

3.4 - F₂ (*SEMPERFLORENS* X NORMAL)

Os dados obtidos de autofecundações artificiais dos híbridos de *semperflorens* com cafeeiros normais acham-se agrupados no quadro 2.

QUADRO 2.—Resultados de autofecundações de plantas F₁ do cruzamento (*semperflorens* x normal)

| Número dos cafeeiros | Plantas | | Valores de χ^2 |
|----------------------|---------|----------------------|---------------------|
| | Normais | <i>Sempreflorens</i> | |
| (380 enx x 14-1)-6 | 17 | 5 | 0,06 |
| (380 enx x 14-1)-19 | 25 | 8 | 0,01 |
| (380 enx x 14-1)-21 | 2 | 0 | ----- |
| (381 x 43)-1 | 109 | 28 | 1,52 |
| (381 x 43)-4 | 109 | 39 | 0,14 |
| (381 x 43)-6 | 280 | 83 | 0,88 |
| (381 x 43)-7 | 72 | 20 | 0,52 |
| (381 x 43)-9 | 93 | 26 | 0,63 |
| (381 x 43)-10 | 145 | 67 | 4,93 |
| Total | 852 | 276 | 0,17 |

Os resultados do quadro 2 indicam uma segregação de 3 plantas normais para 1 *semperflorens*, correspondentes à segregação de um par de fatores genéticos, com dominância completa. Entre os descendentes do cruzamento 380 enx (*semperflorens*) x 14-1 (*maragogipe*), isolou-se uma combinação nova, *semperflorens-maragogipe*, que poderá ter interesse econômico.

A única planta da progênie *semperflorens* n.º 380, do quadro 1, que se revelou normal, foi também autofecundada, tendo-se verificado tratar-se de uma planta heterozigota para *semperflorens*.

3.5 - "BACKCROSS" F₁ (*SEMPERFLORENS* X NORMAL) X *SEMPERFLORENS*

Os seguintes "backcrosses" foram feitos entre plantas híbridas com cafeeiros *semperflorens* :

QUADRO 3.—Número de plantas classificadas no "backcross" (*semperflorens* x normal) x *semperflorens*

| Cafeeiros cruzados | Número de plantas obtidas | | Valores de χ^2 |
|-----------------------------|---------------------------|----------------------|---------------------|
| | Normais | <i>Sempreflorens</i> | |
| (381x43)-1 x 381-12 | 23 | 29 | 0,68 |
| (381x43)-3(*) x (43x380)-5 | 17 | 22 | 0,64 |
| (381x43)-3(*) x (381x43)-6 | 14 | 12 | 0,16 |
| (381x43)-4 x 381-5 | 69 | 60 | 0,62 |
| (381x43)-5(*) x (43x380)-10 | 19 | 18 | 0,03 |
| (381x43)-6 x 381-9 | 25 | 19 | 0,82 |
| (381x43)-6 x 381-14 | 25 | 20 | 0,56 |
| (381x43)-6 x 381-19 | 16 | 16 | ----- |
| (381x43)-7 x 506 | 18 | 19 | 0,03 |
| (381x43)-9 x 381-13 | 2 | 2 | ----- |
| (381x43)-10 x 506 | 24 | 26 | 0,08 |
| (505 x P350)-7 x 380 enx. | 60 | 56 | 0,14 |
| Total | 312 | 299 | 0,28 |

(*) Como já se mencionou, os cafeeiros (381 x 43)-3 e (381 x 43)-5 são *semperflorens*.

3.6 - "BACKCROSS" F₁ (*SEMPERFLORENS* X NORMAL) X NORMAL

Realizaram-se os seguintes cruzamentos :

| CAFEIROS CRUZADOS | <i>Número de plantas obtidas</i> | |
|------------------------|----------------------------------|----------------------|
| | <i>Normais</i> | <i>Semperflorens</i> |
| (380x14-1)-6 x 14-1 | 12 | 0 |
| (380x14-1)-19 x 14-1 | 14 | 0 |
| (505x10-20)-3 x 1-9 | 32 | 0 |
| (505x10-20)-6 x 1 enx. | 16 | 0 |
| (505x43-13)-1 x 1 enx. | 9 | 0 |
| (505x P350)-7 x 662 | 85 | 0 |
| Total | 168 | 0 |

Como era de se esperar, tôdas as plantas obtidas são do tipo normal.

3.7 - RESULTADOS DOS CRUZAMENTOS COM AS VARIEDADES *MURTA* E *NANA*

A fim de determinar se o *semperflorens* traz o gen *typica* (*T*) ou o seu alelo *t* do bourbon (5), foram realizados dois cruzamentos. Um dêles, entre o cafeeiro *semperflorens* n.º 505 e o cafeeiro *murta* 564, deu origem a 94 plantas, das quais 47 são do tipo *bourbon* e 46 do tipo *murta*. Do cruzamento da planta 380 e o cafeeiro 21-170 da variedade *nana*, resultaram 33 plantas, tôdas do tipo *murta*. Êsses resultados indicam que o *semperflorens* traz os alelos *tt* e que êle, provavelmente, se originou por mutação, a partir do bourbon.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O florescimento quase contínuo do cafeeiro, porém com produções máximas em épocas diferentes, como acontece no *semperflorens*, pode constituir vantagem para certas regiões onde a colheita normal do café coincide com época chuvosa, como parece ser o caso de algumas zonas cafeeiras do norte do país. Além disso, o *semperflorens* também poderá servir para instalação de pequenas plantações intensivas, por não necessitar muita mão-de-obra para as colheitas parciais, que poderão ser totalmente despoldadas. O *semperflorens* se destaca ainda, pela resistência à sêca, sendo o seu produto de qualidade idêntica à do bourbon. Devido a essas qualidades, vêm sendo estudadas regionalmente numerosas progênicas dêsse café, a fim de serem isoladas as mais produtivas para as diferentes regiões do Estado.

Os resultados da análise genética indicam que os principais caracteres do *semperflorens* são controlados por um só par de fatores genéticos principais e recessivos, cujo símbolo *sf sf*, abreviação da palavra *semperflorens*, já foi proposto em publicação apresentada ao Oitavo Congresso Internacional de Genética (4, 5). Além de afetar a época de florescimento, o fator *sf* também influi no porte da planta, na sua ramificação e, aparentemente, na sua resistência à sêca, motivo por que vários cruzamentos feitos têm por objetivo aliar os caracteres do *semperflorens* às qualidades existentes em outras variedades econômicas de café.

Não foi possível determinar onde o semperflorens se originou. Exemplos desse cafeeiro foram encontrados quase que simultaneamente em Ribeirão Preto e Campinas. As observações realizadas indicam, no entanto, que o semperflorens deve ser uma mutação recessiva derivada do bourbon. Como Ribeirão Preto foi a primeira região do Estado onde se cultivou o bourbon, e como vários exemplares semperflorens foram encontrados nessa região, é de se presumir que ali se tenha originado. Os testes genéticos efetuados indicam que os semperflorens de Ribeirão Preto, Campinas e também de Orlândia, são portadores do mesmo alelo. É bastante provável que estes alelos não constituam mutações independentes, pois o café bourbon cultivado no Estado, quase todo, teve a mesma origem em Ribeirão Preto, onde Luís Pereira Barreto teve a felicidade de introduzi-lo e cultivá-lo pela primeira vez.

RESUMO

No planalto de São Paulo, o cafeeiro normalmente floresce duas a quatro vezes por ano, nos períodos compreendidos entre fins de julho a novembro. Raramente floresce mais vezes, e um pouco além dessa estação. Em 1934, foram encontrados alguns cafeeiros da espécie *C. arabica*, caracterizados por seu florescimento quase que continuamente durante o ano. A esse mutante foi dada a denominação de *sempperflorens*.

Os resultados da análise genética apresentados indicam que os característicos principais do semperflorens, a forma da planta, tipo de ramificação e florescimento quase que contínuo, são controlados por um par de fatores genéticos recessivos. Esse fator genético tem por símbolo *sf sf*, correspondente à abreviação da palavra *sempperflorens*.

Os resultados dos cruzamentos entre o semperflorens e as variedades *murta* e *nana* indicam que o semperflorens deve ter-se originado como uma mutação recessiva do bourbon. Apesar de terem sido encontrados cafeeiros semperflorens quase que simultaneamente em Ribeirão Preto e Campinas, é mais provável que a mutação tenha ocorrido em Ribeirão Preto, onde o café bourbon foi cultivado pela primeira vez em São Paulo.

Além de apresentar o semperflorens interesse do ponto de vista fisiológico, tem também valor econômico, por ser produtivo e possuir boa resistência à seca, motivo pelo qual numerosas progênies desse cafeeiro vêm sendo estudadas, visando o isolamento de linhagens ainda mais produtivas.

SUMMARY

Under normal environmental conditions coffee plants in the State of São Paulo flower two to four times during the period of July to November. Only rarely do they flower beyond these limits. In 1934 a few coffee plants of the species *C. arabica* were found which flower almost at any period of the year. This mutant was named *sempperflorens*.

The results of the genetical analysis here presented indicate that the characteristics of this mutant are controlled by one pair of recessive factors (*sf sf*). This pair of genes controls the growth habit of the plant and leaf characters, its almost continuous flowering habit and its marked drought resistance. The F_1 plants (*sempperflorens* x normal) are entirely normal, the F_2 segregating into 3 normal and 1 *sempperflorens*.

By crossing *semperflorens* with the testers *murta* and *nana*, it was concluded that the new variation probably originated as a mutation from the *bourbon* variety.

The fruits of the *semperflorens* plants ripen almost throughout the whole year; at two periods however, yields are higher, one of them corresponding with the normal harvest period of coffee (March-April-May), the other occurring in October-November-December. Its total annual yield is of the same magnitude as that of the *bourbon* variety. As the *semperflorens* also seems to be of certain economic value for small intensive plantations, an attempt is being made to improve its yielding capacity through regional breeding work.

LITERATURA CITADA

1. Chevalier, A. *Em*: Les caféiers du globe — Généralités sur les caféiers. Paul Lechevalier, Paris 1-196. 1929.
2. Krug, C. A. Genética de *Coffea*. Bol. téc. Inst. agron. Campinas 26: 1-40. 1936.
3. Krug, C. A. *Coffea arabica* L. var. *semperflorens* K.M.C. Rev. Inst. café, S. Paulo, 14: 858-861. 1939.
4. Krug, C. A. e A. Carvalho. The Genetics of *Coffea*. Hereditas, Lund, Suppl. Vol. : 611-612. 1949.
5. Krug, C. A. e A. Carvalho. The Genetics of *Coffea*. Advanc. Genet. 4: 127-158. 1951.
6. Krug, C. A., J. E. T. Mendes e A. Carvalho. Taxonomia de *Coffea arabica* L. Bol. Téc. Inst. agron. Campinas 62: 1-57. 1938.