

## HETEROSE E CAPACIDADE COMBINATÓRIA EM CRUZAMENTOS ENTRE CAFEIROS CATUAÍ (*Coffea arabica* L.) E HÍBRIDO DE TIMOR<sup>1</sup>

FONTES, J.R.M.<sup>2</sup>; ZAMBOLIM, L.<sup>2</sup> PEREIRA, A.A.<sup>3</sup>; SAKIYAMA, N.S.<sup>2</sup> e CRUZ, C.D.<sup>2</sup>

<sup>2</sup>UFV <zambolim@ufv.br>; <sup>3</sup>EPAMIG.

**RESUMO:** Com o objetivo de identificar plantas e matrizes superiores para utilização *per se* e para serem utilizadas na formação de uma população-base destinada a programa de melhoramento intrapopulacional, realizou-se o estudo da heterose manifestada para produção na geração F<sub>1</sub> e da capacidade de combinação geral e específica de seus genitores. Por meio da seleção baseada nas produções dos híbridos em geração F<sub>1</sub>, observou-se a superioridade de produção dos híbridos H 341-11, H 429-1, H 427-2, H 418-6, H 506-3, H 505-9, H 513-5, H 419-8, H 419-10, H 511-1, H 342-8 e H 430-1. Os genitores Catuaí Vermelho IAC 44 (UFV 2144-35) e IAC 81 (UFV 2145-113) e Híbrido de Timor, UFV 378-33 e UFV 445-46, foram os melhores quanto à capacidade geral de combinação em relação à produção. Para a capacidade específica de combinação, o cruzamento Catuaí Vermelho IAC 44 (UFV 2144-36) x UFV 439-2 foi o melhor nos primeiros quatro e seis anos de produção. Na produção acumulada dos oito anos, o cruzamento Catuaí Amarelo IAC H 2077-2-12-64 (UFV 2148-57) x UFV 439-2 foi o melhor. O híbrido H 429 foi o que melhor expressou, em média, o seu valor heterótico. O híbrido H 287-3 apresentou heterose de 195%, calculada com base na produção acumulada dos primeiros quatro anos.

**Palavras-chave:** heterose, capacidade combinatória, café.

### HETEROSIS AND COMBINING ABILITY IN CROSSINGS BETWEEN COFFEE VARIETY CATUAÍ (*Coffea arabica* L.) AND TIMOR HYBRID.

**ABSTRACT:** The objective was to identify coffee plants and progenitors use to per itself, and to be used in the formation of a population-base for the intrapopulational improvement program. The heterosis of the hybrids F<sub>1</sub> and the specific and general combining ability of their genitors was studied. The best hybrids as far as yield is concerned were: H 341-11, H 429-1, H 427-2, H 418-6, H 506-3, H 505-9, H 513-5, H 419-8, H 419-10, H 511-1, H 342-8 and H 430-1. The genitors 'Catuaí', IAC 44 (UFV 2144-35) and Catuaí IAC 81 (UFV 2145-113), and Timor Hybrid, UFV 378-33 and UFV 445-46, were the best for general combining ability in relation to the yield. For the specific combining ability, hybrids from crossing Catuaí

IAC 44 (UFV 2144-36) x UFV 439-2 were the best in first four and six years of yield. In the accumulated yield of the eight years, crossing Catuaí Yellow IAC H2077-2-12-64 (UFV 2148-57) x UFV 439-2 was the best. The hybrid H 429 was one that better expressed the heterosis value. The hybrid H 287-3 presented heterosis of 195%, calculated on the basis of the accumulated yield of first four years.

**Key words:** heterosis, combining ability, coffee.

## INTRODUÇÃO

Por ser *Coffea arabica* L. uma espécie autógama e suas populações, em geral, apresentarem diversidade reduzida, uma forma de facilitar o melhoramento genético de materiais promissores é o desenvolvimento de um programa de hibridação partindo da avaliação prévia do germoplasma disponível, quanto à capacidade geral e específica de combinação para os diferentes caracteres da espécie.

No melhoramento visando à utilização da heterose, a etapa mais trabalhosa e que constitui, mesmo, o ponto de estrangulamento vem a ser a detecção dos cruzamentos heteróticos. O problema consiste em descobrir quais os melhores cruzamentos. No entanto, CARVALHO et al. (1994) mostram que o uso apenas do resultado da heterose (a qual não traduz a superioridade de frequências alélicas, mas a sua divergência) não é suficiente para um programa de seleção intrapopulacional. Logo, o estudo da capacidade combinatória das linhagens ou cultivares para obter correlações que indiquem quais os cruzamentos que mais provavelmente serão heteróticos trará grande economia de tempo e trabalho na obtenção dos cruzamentos e dos melhores híbridos (CRUZ & VENCOVSKY, 1989).

A capacidade geral de combinação (CGC) relaciona-se com os efeitos aditivos dos genes; assim, os genitores com mais altas estimativas de CGC deverão ser preferidos para os programas de melhoramento, constituindo novas populações, que propiciarão maiores ganhos nos ciclos de seleção (CARVALHO et al., 1994).

Utilizando uma população em processo de melhoramento para resistência à ferrugem do cafeeiro, descendente de cruzamentos entre linhagens de Catuaí e Híbrido de Timor, realizou-se este estudo com o objetivo de identificar plantas e matrizes superiores para utilização *per se* e para serem utilizadas na formação de uma população-base destinada a programa de melhoramento intrapopulacional.

## MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado neste trabalho faz parte do banco de germoplasma do programa de melhoramento do cafeeiro do Departamento de Fitopatologia da UFV. Foram estudados 71 híbridos, obtidos dos cruzamentos envolvendo 14 linhagens de Catuaí (Vermelho e Amarelo) e 12 seleções do Híbrido de Timor, ensaiados em campos diferentes, porém na mesma localidade (área experimental do Departamento de Fitopatologia da UFV), totalizando 561 plantas estudadas. Foram utilizadas como testemunhas três linhagens da cultivar Catuaí IAC 81 (UFV 2145), Catuaí IAC 44 (UFV 2144) e Catuaí IAC 86 (UFV 2154).

A avaliação dos cafeeiros foi realizada através da produção média por biênio e média acumulada, em quilogramas de café cereja/planta, visando contornar os problemas da sazonalidade.

Os valores da capacidade geral de combinação foram obtidos pelo cálculo da produção baseada na média dos valores de todos os cruzamentos em que o progenitor estudado participou. Os valores da capacidade específica de combinação representam o desvio, para melhor (positivo) ou pior (negativo), de um determinado cruzamento, tomando por base a média da CGC dos seus pais. A capacidade específica de combinação foi calculada subtraindo-se da produção obtida pelo híbrido a média dos valores da CGC obtida pelos progenitores.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao comparar as produções obtidas pelos híbridos com aquelas apresentadas pelas (linhagens) variedades, utilizadas como testemunhas, notou-se a superioridade de grande parte dos híbridos. Esta superioridade tem sido observada por outros pesquisadores (BERTRAND et al., 1997).

A planta H 341-11 foi a mais produtiva nos quatro, seis e oito primeiros anos de produção acumulada (Quadro 1). Esta planta superou em 28,7 e 19,1% a melhor planta da melhor testemunha Catuaí Vermelho IAC 44 (UFV 2144-14), na produção acumulada dos primeiros quatro e seis anos, respectivamente, e em 43,2% a melhor planta da outra melhor testemunha Catuaí Vermelho IAC 81 (UFV 2145-4) nos primeiros oito anos (Figura 1). Comparando a planta H 341-11 com a melhor planta de um dos híbridos mais produtivos, a H 429-1, pode-se observar que a primeira é 81,1, 39,8 e 7,0% superior à segunda, com base na produção média acumulada dos primeiros quatro, seis e oito anos, respectivamente. Outras duas plantas que também se destacaram foram a H 427-2 e a H 511-1.

Outras plantas que somaram melhor produção acumulada foram: H 416-6, H 416-4, H 423-3 e H 322-6, que se destacaram por estarem sempre entre as melhores durante os quatro primeiros biênios em que foram avaliadas.

Dentre aquelas plantas que foram avaliadas durante os seis primeiros anos de produção acumulada, destacam-se H 504-7, H 342-8, H 518-6, H 505-9 e H 513-5.

As plantas H 335-5, H 287-3 e H 348-5 se destacaram entre as dez mais produtivas durante os quatro primeiros anos de produção acumulada, período em que foram avaliadas.

Apesar da produção ser a característica de maior interesse agrônômico para o melhoramento do cafeeiro, numa análise global ela fica sujeita a grandes alterações em decorrência da variabilidade entre os cafeeiros dentro de cada progênie. A longevidade dos cafeeiros é outra característica que altera significativamente a capacidade produtiva do material. Muitas plantas mostram-se extremamente produtivas no início e posteriormente reduzem bruscamente esse potencial em consequência de um depauperamento precoce. O quadro desse depauperamento é caracterizado inicialmente por produções extremamente elevadas nas duas ou três primeiras colheitas associadas à maturação uniforme do fruto, que presumivelmente causam esgotamento intenso das reservas da planta, manifestado por seca acentuada e progressiva dos ramos plagiotrópicos. O resultado final desse processo é um depauperamento precoce e irreversível, que termina com a morte da planta. Provavelmente, isso ocorreu com vários dos híbridos que apresentaram boa produção nos primeiros anos (híbridos de arranque) e deixaram de ser avaliados nos anos seguintes por causa da baixa produção ou por morte de suas plantas.

Esse depauperamento precoce foi primeiramente observado na década de 80 nos campos de melhoramento do cafeeiro do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa em algumas progênies oriundas do cruzamento entre a variedade Caturra e o Híbrido Timor. Esse defeito nessas progênies foi corrigido nas gerações posteriores, quando se efetuaram retrocruzamentos com variedades comerciais como Catuaí e Mundo Novo (PEREIRA & ZAMBOLIM – Informação pessoal).

Ao calcular o valor heterótico das melhores plantas híbridas  $F_1$ , baseado na produção acumulada, foram encontrados valores consideráveis de heterose (Quadro 2).

Houve tendência de queda dos valores de heterose ao longo dos anos. Isso mostra, melhor, que as produções dos genitores tendem a se aproximar da produção das plantas dos híbridos ao longo dos anos, mas, no saldo final, a produção de algumas plantas  $F_1$  supera a média dos genitores. Logo, observa-se que os híbridos  $F_1$  apresentam maior vantagem nas primeiras produções, provavelmente devido ao maior vigor atribuído aos híbridos em relação aos seus genitores.

Ao comparar as produções dos híbridos  $F_1$  com o melhor genitor (heterobeltiliose), na maioria das vezes Catuaí, a diferença é reduzida, mostrando que a produção do genitor Híbrido de Timor é que reduzia o valor da média. No entanto, a superioridade de várias plantas  $F_1$ , principalmente nos primeiros anos de produção, é confirmada, independentemente da baixa produção de um dos genitores.

AMEHA & BELLACHEW (1985), trabalhando com linhagens de *C. arabica* de alto rendimento e linhagens de cafeeiros resistentes a CBD, encontraram heterose média de 31,4% e heterobeltiose média de 17,4% (rendimento médio de três anos consecutivos). Os autores encontraram valores de heterobeltiose de até 60%.

LASHERMES et al. (1996) observaram grandes efeitos heteróticos em híbridos F<sub>1</sub> obtidos de cruzamentos entre cultivares silvestres do sudoeste e sudeste da Etiópia e entre acessos da Etiópia e a cultivar Bourbon. Segundo os autores, esses elevados efeitos heteróticos podem ser consequência da diferenciação genética entre os germoplasmas utilizados.

A planta híbrida H 287-3 se destacou por apresentar heterose de 195%, calculada com base na produção acumulada dos primeiros quatro anos, período em que foi avaliada (Quadro 2). Destacaram-se também as plantas H 504-7, H 505-9, H 498-11, H 518-6, H 499-1, H 518-5, H 416-6, H 416-4, H 341-11 e H 322-6, que apresentaram heteroses consideráveis, com base na produção acumulada dos quatro e seis anos.

Daquelas que foram avaliadas em até oito anos de produção, destacaram-se as plantas H 427-2 e H 428-1. A planta H 427-2, apesar de não aparecer entre os melhores nos primeiros quatro anos, apresentou boa heterose nos dois biênios seguintes, superando consideravelmente os seus genitores.

A planta H 429-1 (Figura 2) se destacou por apresentar as melhores heteroses, com base na produção acumulada dos últimos dois biênios de avaliação, apesar de não ter apresentado valores consideráveis de heterose nos primeiros anos de produção.

Entre as plantas que apresentaram as melhores heteroses encontram-se algumas daquelas que apresentaram também as melhores produções, sendo elas: H 427-2, H 511-1, H 430-1, H 429-1, H 506-3, H 505-9 e H 341-11. Isso implica que a elevada produção obtida por elas se deveu ao efeito da heterose manifestada nas plantas e não por descenderem de pais com elevada capacidade produtiva, pois os seus genitores apresentaram baixa produção média. Dentre elas, merecem destaque a H 430-1 e a H 429-1, que, mesmo ao final dos dez anos de avaliação, ainda apresentaram superioridade na produção, comparada aos seus genitores.

Ao analisar os dados da CGC com base na produção média acumulada, observou-se que, para os genitores Catuaí Vermelho, o IAC 44 (UFV 2144-35) se destacou nos primeiros quatro e seis anos, período em que foi avaliado, e o IAC 81 (UFV 2145-113) se destacou nos seis, oito e dez anos de avaliação. Para os genitores Híbrido de Timor, o UFV 378-33 se destacou nos primeiros quatro e seis anos de produção, período em que foi avaliado, e o UFV 445-46 se destacou nos primeiros quatro, seis e oito anos de produção, não sendo avaliado no décimo ano de produção.

A baixa produção de alguns descendentes de Híbrido de Timor em nossas condições talvez seja consequência de eles terem se originado de cruzamento espontâneo entre cafeeiros não selecionados pela produção, das espécies *C. arabica* e *C. canephora* (CARVALHO et al., 1989).

No entanto, CILAS et al. (1998) observaram ausência de correlação entre a performance das linhagens e suas CGCs quando usadas como genitores. Algumas linhagens com baixas produções apresentaram as melhores performances como genitores e, por outro lado, boas variedades foram péssimas genitoras.

No estudo da CEC, com base na produção média acumulada dos híbridos F<sub>1</sub>, o cruzamento Catuaí Vermelho IAC 44 (UFV 2144-36) x UFV 439-2 foi o melhor nos primeiros quatro e seis anos de produção. Os cruzamentos Catuaí IAC 44 (UFV 2144-141) x UFV 440-10 e Catuaí IAC 44 (UFV 2144-35) x UFV 445-46 estiveram sempre entre os três melhores, também nos primeiros quatro e seis anos de produção. O cruzamento Catuaí Amarelo IAC 30 (UFV 2143-236) x UFV 430-19 esteve entre os cinco melhores nos seis e oito anos de avaliação. Na produção acumulada dos oito anos, o cruzamento Catuaí Amarelo IAC H2077-2-12-64 (UFV 2148-57) x UFV 439-2 foi o melhor.

Deve-se ressaltar que algumas avaliações das combinações híbridas possíveis não foram realizadas neste trabalho por não haver representantes destas na população estudada. Assim, deve-se considerar também a possibilidade de serem as combinações híbridas ausentes superiores às plantas citadas como melhores neste trabalho, já que alguns dos genitores Catuaí com boas produções não possuíram plantas que os representassem em cruzamentos com os genitores Híbrido de Timor também com boas produções, e vice-versa.

Segundo CRUZ & REGAZZI (1994), o melhor híbrido é aquele que apresenta a maior estimativa da capacidade específica de combinação e que pelo menos um dos pais possui alta estimativa da capacidade geral de combinação. Assim, o híbrido H 348, proveniente do cruzamento Catuaí Vermelho IAC 44 (UFV 2144-35) x UFV 445-46, que esteve sempre entre os quinze mais produtivos, quer seja na produção média por biênio ou na média acumulada, deve ser considerado o melhor, pois, além de apresentar excelente estimativa da CEC, ambos os seus genitores possuíram elevada estimativa da CGC. A planta número 10 do híbrido H 419, proveniente do cruzamento Catuaí Amarelo IAC 30 (UFV 2143-235) x UFV 445-46, que esteve entre as melhores produções acumuladas nos oito e dez anos de avaliação, também deve ser considerada boa por apresentar boa estimativa da CEC e possuir um de seus genitores (UFV 445-46) com elevada CGC.

**Quadro 1** - Produção média acumulada, em kg de café cereja/planta, das 20 melhores plantas híbridas F<sub>1</sub>, provenientes do cruzamento entre Catuaí e Híbrido de Timor, e de variedades testemunhas, Catuaí Vermelho IAC 44 (UFV 2144-14) e (UFV 2144-10) e Catuaí Vermelho IAC 81(UFV 2145-12), no período de dez anos, no Campo Experimental de Café do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa

H	4 Anos	H	6 Anos	H	8 Anos	H	10 Anos
341-11	26,08	341-11	41,39	341-11	53,19	429-1	59,06
416-6	26,02	505-9	38,46	427-2	50,71	418-6	54,67
504-7	25,52	427-2	38,01	429-1	49,70	506-3	53,78
416-4	24,03	513-5	36,96	511-1	48,74	419-8	52,65
505-9	23,91	342-8	35,57	428-1	47,42	419-10	52,37
335-5	23,60	322-6	35,39	419-10	47,33	423-6	50,49
287-3	23,53	416-6	35,17	419-8	46,45	423-10	48,68
518-6	22,69	<b>2144-14</b>	<b>34,76</b>	418-6	46,12	430-1	48,58
337-10	22,66	<b>2144-10</b>	<b>34,42</b>	506-3	45,70	506-9	47,16
348-5	22,17	341-6	34,04	322-6	44,40	426-5	45,24
498-11	22,13	504-7	33,95	341-6	43,23	505-1	43,58
513-5	22,11	419-8	33,80	430-1	42,90	430-8	42,41
342-2	21,85	342-2	33,76	423-6	42,59	498-7	41,91
428-7	21,70	428-1	33,32	429-2	41,89	426-3	41,21
342-8	20,96	334-9	32,90	415-1	41,74	430-7	40,57
518-8	20,94	426-5	32,90	506-9	41,28	419-5	40,35
341-6	20,28	<b>2145-12</b>	<b>32,80</b>	429-5	41,10	429-3	39,71
<b>2144-14</b>	<b>20,26</b>	418-6	32,42	426-5	40,70	510-5	38,02
507-3	20,24	418-5	32,20	427-1	40,64	513-3	37,50
518-5	20,23	518-5	31,67	498-4	39,98	505-2	36,87

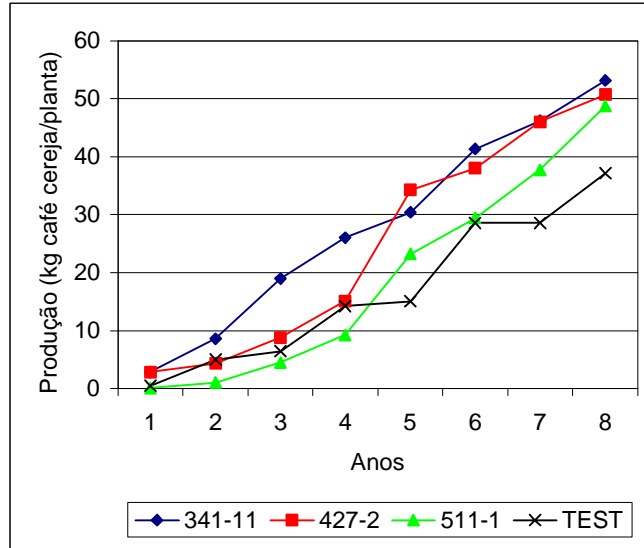
\*Testemunhas: Catuaí Vermelho IAC 44 (UFV 2144), Catuaí Vermelho IAC 81 (UFV 2145) e Catuaí Amarelo IAC 86 (UFV 2154)

**Quadro 2** - Valores de heterose (HET), em porcentagem, baseados na produção acumulada das 20 melhores plantas híbridas F<sub>1</sub>, provenientes de cruzamentos entre Catuaí e Híbrido de Timor, no período de dez anos, no Campo Experimental de Café do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa

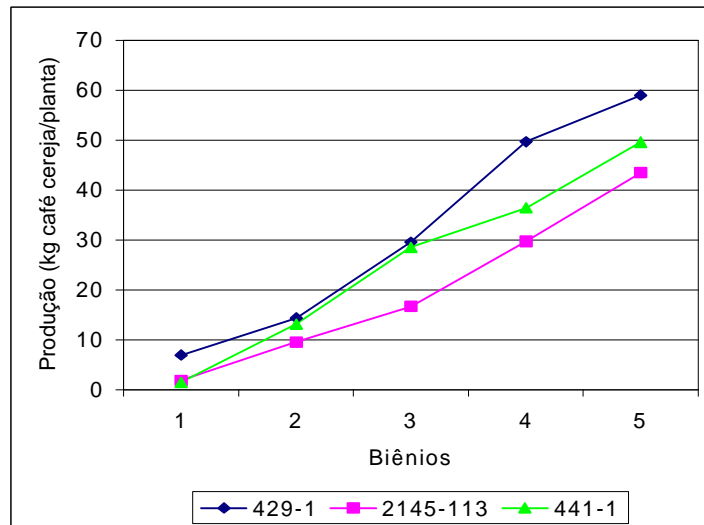
4 Anos		6 Anos		8 Anos		10 Anos	
H	HET	H	HET	H	HET	H	HET
287-3	195	505-9	72	430-1	77	430-1	29
507-3	142	427-2	64	427-2	50	429-1	27
504-7	130	504-7	43	429-1	50	506-3	15
498-11	113	428-1	42	506-3	41	430-8	13
518-6	104	518-5	40	428-1	27	430-7	8
505-9	99	498-11	40	429-2	27	506-9	1
499-1	94	518-6	39	506-9	27	418-6	-6
428-7	93	322-6	37	429-5	24	505-1	-7
518-8	89	426-5	33	511-1	23	498-7	-13
518-5	82	499-1	29	506-4	22	429-3	-15
416-6	60	416-6	25	427-1	20	419-8	-17
416-4	48	341-11	19	498-4	19	419-10	-18
511-4	48	416-4	12	322-6	14	423-6	-19
341-11	42	415-3	12	415-1	10	426-5	-19
322-6	38	334-9	5	418-6	2	505-2	-21
335-5	25	418-6	1	426-5	2	506-10	-21
423-3	15	418-5	0	419-10	-1	423-10	-22
341-6	11	341-6	-2	423-6	-1	498-6	-24
342-2	1	423-3	-2	341-11	-2	426-3	-26
348-5	-3	419-8	-5	419-8	-3	510-5	-31

\*Os dados de produção não estavam disponíveis.

**Figura 1** - Produção média acumulada, em kg de café cereja/planta, das melhores plantas dos híbridos F<sub>1</sub> H 341-11, H 427-2, H 511-1 e Testemunhas Catuaí Vermelho IAC 44 (UFV 2144-14) e Catuaí Vermelho IAC 81 (UFV 2145-4).



**Figura 2** - Produção do híbrido F<sub>1</sub> H 429-1, em kg de café cereja/planta, comparada à produção de seus genitores Catuaí Vermelho IAC 81 (UFV 2145-113) e UFV 441-1.



## CONCLUSÕES

A realização de futuros estudos contemplando todas as combinações possíveis entre os melhores genitores deve ser realizada futuramente, com especial atenção à elaboração de um delineamento genético-estatístico que possa auxiliar no melhor entendimento dos futuros dados. A continuidade do



programa de melhoramento intrapopulacional e da realização de novos cruzamentos com utilização de genitores com boa CGC deverá ser de primordial importância, uma vez que os valores de heterobeltiose confirmaram a superioridade de produção de grande parte dos híbridos obtidos nos cruzamentos realizados.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMEHA, M. & BELLACHEW, B. Heterosis for yield in crosses of indigenous coffee selected for yield and resistance to coffee berry disease II at first three years. In: African Symposium on Horticultural Crops, 10<sup>o</sup>, Addis Ababa, 1984. **Acta Horticulturae** (158):347-52, 1985.
- BERTRAND, B.; AGUILAR, G.; SANTACREO, R.; ANTHONY, F.; ETIENNE, H.; ESKES, A.B.; CHARRIER, A. Comportement d'hybrides F<sub>1</sub> de *Coffea arabica* pour la vigueur, la production et la fertilité en Amérique Centrale. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 17<sup>o</sup>, Nairobi, 1997. **Trabalhos publicados...** Paris, Association Scientifique Internationale du Café (ASIC), 1997. p.415-23.
- CARVALHO, A.; FAZUOLI, L.C.; COSTA, W.M. Melhoramento do cafeeiro: XLI. Produtividade do Híbrido de Timor, de seus derivados e de outras fontes de resistência a *Hemileia vastatrix*. **Bragantia**, 48(1):73-86, 1989.
- CARVALHO, L.P.; MORAES, C.F.; CRUZ, C.D. Capacidade de combinação e heterose em algodoeiro herbáceo. **Revista Ceres**, 41(237):514-27, 1994.
- CILAS, C.; BOUHARMONT, P.; BOCCARA, M.; ESKES, A.B.; BARADAT, Ph. Prediction of genetic value for coffee production in *Coffea arabica* from a half-diallel with lines and hybrids. **Euphytica**, 104(1):49-59, 1998.
- CRUZ, C.D. & REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1994. 390p.
- CRUZ, C.D. & VENCOVSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. **Rev. Brasil. Genet.**, 12(2):425-38, 1989.
- LASHERMES, P.; TROUSLOT, P.; ANTHONY, F.; COMBES, M.C.; CHARRIER, A. Genetic diversity for RAPD markers between cultivated and wild accessions of *Coffea arabica*. **Euphytica**, 87:59-64. 1996.