

# SELEÇÃO ENTRE E DENTRO DE PROGÊNIES DE CAFÉ ARÁBICA PORTADORAS DE FATORES DE RESISTÊNCIA À FERRUGEM

Antonio C. Baião de OLIVEIRA<sup>1</sup>, E-mail: baião@iac.sp.gov.br; Luiz Carlos FAZUOLI<sup>1</sup>; Júlio C. MISTRO<sup>1</sup>; Marcos R. PETEK<sup>1</sup>; Masako TOMA-BRAGHINI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Café 'Alcides Carvalho', Instituto Agrônômico (IAC/APTA), Campinas, SP.

## Resumo:

Este trabalho teve por objetivo estimar ganhos genéticos pela seleção direta e indireta, entre e dentro de progênies de café arábica derivadas de germoplasma resistente à ferrugem. Foram avaliadas 15 famílias F<sub>3</sub> oriundas de cruzamentos de cultivares comerciais com o Híbrido de Timor e uma progênie de Icatu. Os dados foram obtidos de um experimento instalado no IAC/APTA, em Campinas-SP, no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições e cinco plantas por parcela. Avaliaram-se as produções de café cereja por planta de 1997 a 2001 e a incidência de ferrugem-da-folha em 1997 e 2001. Houve diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) entre os tratamentos em 1997 (P97), 1999 (P99) e na produção média das cinco colheitas (PrMe). Os ganhos diretos, estimados para essas três características pela seleção entre progênies, superaram os ganhos indiretos. A seleção praticada em P99 apresentou a maior estimativa de ganho total e também ganhos expressivos em P97 e PrMe. A seleção dentro de progênies, efetuada em P99, mostrou a maior estimativa de ganho total. A seleção com base em P99 também proporcionou ganhos indiretos em P97 e PrMe idênticos e superiores, respectivamente, aos obtidos com a seleção direta sobre essas características. Verificou-se que a maioria das progênies selecionadas foi resistente à ferrugem e que a seleção de progênies para a característica produção de grãos poderia ser realizada, com segurança, na terceira colheita, não havendo necessidade de avaliação de cinco safras.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, parâmetros genéticos, predição de ganhos, melhoramento do cafeeiro.

## SELECTION AMONG AND WITHIN FOR ARABIC COFFEE PROGENIES CARRYING RUST RESISTANCE GENES

### Abstract:

The aim of this work was to estimate genetic gains by direct and indirect selection, among and within arabic coffee progenies from rust resistant germplasm. Fifteen F<sub>3</sub> families from crossing of commercial cultivars and "Híbrido de Timor", and one Icatu progenie were evaluated. The dates were obtained of an experiment installed in the IAC/APTA (Campinas-SP), in randomized blocks design with three replicates, and five plants per plot. The yield of each plant was evaluated of 1997 to 2001 and the incidence of leaf rust in 1997 and 2001. There were significant differences ( $P < 0,01$ ) between progenies in 1997 (Y97), 1999 (Y99) and years average of the five harvests (YrAv). The estimated direct gains for those three characteristics by the selection among progenies showed higher the indirect gains. Selection practiced in Y99 presented higher estimate of total gain and also expressive gain in Y97 and YrAv. The selection within progenies performed in Y99 showed higher estimate of total gain. The selection based on Y99 also provided indirect gains in Y97 and YrAv similar and superior, respectively, to them obtained with the direct selection about those traits. Most selected progenies was leaf rust resistant and reliable selection for yield grains would be able to carried out in the third harvest, not being necessary to evaluate five harvests.

Keywords: *Coffea arabica*, genetic parameters, gain prediction, coffee breeding

### Introdução

A ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. Et Br.) pode causar danos à produção, em cultivares suscetíveis, da ordem de 35 a 50%, se nenhuma medida de controle for adotada. As condições ambientais influenciam a taxa de desenvolvimento do patógeno, sendo que temperaturas entre 20 e 25°C e umidade relativa alta favorecem o desenvolvimento do fungo. A doença torna-se mais severa em anos de altas produções e em plantios adensados (Zambolim et al., 2002). O problema torna-se ainda mais sério no Brasil, pois cerca de 90% do parque cafeeiro nacional é composto de cultivares suscetíveis, principalmente, por 'Catuaí' e 'Mundo Novo'. O emprego de cultivares resistentes é a tecnologia mais eficiente para o controle da ferrugem. Nos últimos anos, várias cultivares de café resistentes a essa doença foram lançadas. No entanto, o contínuo aparecimento de novas raças fisiológicas do fungo tem quebrado a resistência de alguns genótipos (Várzea et al., 2002). Por essa razão, o melhoramento genético do cafeeiro, visando a obtenção de novos materiais genéticos com boas características agrônômicas e portando resistência mais ampla à ferrugem, deve ser uma preocupação constante dos melhoristas.

A principal fonte de resistência à ferrugem, utilizada nos programas de melhoramento, é o germoplasma derivado do Híbrido de Timor. Este é um híbrido derivado do cruzamento natural entre *C. arabica* ( $2n=4X=44$ ) e *C. canephora* ( $2n=2X=22$ ) e possui numerosos fatores de resistência à ferrugem provenientes do genitor diplóide (Bettencourt, 1973). Outra característica interessante desse germoplasma é a facilidade de cruzamento com cultivares do tipo arábica, pois a maioria das linhagens do Híbrido de Timor é tetraplóide ( $2n=44$ ), produzindo descendentes férteis já na primeira geração.

O germoplasma denominado Icatu é outra fonte de resistência à ferrugem, também muito utilizada nos programas de melhoramento do cafeeiro. O Icatu, à semelhança do Híbrido de Timor, é um híbrido interespecífico, desenvolvido no IAC pelo cruzamento artificial entre *C. arabica* e *C. canephora*. Este genitor teve seu número básico de cromossomos duplicados artificialmente, para que não houvesse problemas reprodutivos nos cruzamentos com a espécie tetraplóide.

A predição de ganhos por determinada estratégia de seleção possibilita tornar mais eficiente um programa de melhoramento e prever o sucesso do esquema seletivo adotado, decidindo, com base científica, por técnicas alternativas que possam ser mais eficazes (Cruz et al., 2004). Os ensaios de progênes têm sido realizados rotineiramente nos programas de melhoramento do cafeeiro, envolvendo famílias em diferentes níveis de endogamia. A variabilidade genética dessas populações distribui-se em variância entre e dentro das famílias. Dessa forma, quando há informações de plantas dentro de parcelas, é possível praticar, além da seleção entre progênes, a seleção dentro das famílias, permitindo explorar a variabilidade de forma mais eficiente e obter melhores ganhos (Cruz, 2006).

Este trabalho teve como objetivos estimar alguns parâmetros genéticos e a predição de ganhos genéticos pela seleção direta e indireta entre e dentro de progênes de café arábica, com o propósito de desenvolver cultivares produtivas, resistentes às raças de ferrugem prevalentes no estado de São Paulo e apresentando características agrônomicas de interesse.

## Material e Métodos

O material genético avaliado neste estudo incluiu 15 famílias  $F_3$  derivadas de cruzamentos das cultivares Catuaí, Mundo Novo e Villa Sarchi com linhagens do Híbrido de Timor, além de uma progênie oriunda do germoplasma Icatu de porte baixo. O experimento, instalado no Centro Experimental de Campinas (IAC/APTA) em 1995, seguiu o delineamento de blocos ao acaso, com três repetições e cinco plantas por parcela. O espaçamento utilizado foi de 3,00 metros entre fileiras e 1,60 metros entre plantas. Os tratamentos culturais foram feitos de acordo com as recomendações para a cultura, sem o controle químico da ferrugem. Foram avaliadas cinco colheitas consecutivas de 1997 a 2001, obtendo-se o peso, em gramas, de café cereja colhido individualmente de cada planta do ensaio. Avaliou-se, também, os sintomas de ferrugem nos anos de 1997 e 2001, utilizando uma escala de notas de 0 a 4, descrita por Fazuoli (1991). As plantas com notas 0 foram consideradas imunes, 1 resistentes, 2 moderadamente resistentes, 3 moderadamente suscetível e 4 suscetíveis.

Os dados de produção das cinco colheitas e a média destas foram submetidos às análises de variância individual, com informação dentro da parcela para verificação de variabilidade genética entre os tratamentos e para se estimar alguns parâmetros genéticos utilizados nas expressões de predição de ganhos genéticos. A análise de variância foi executada segundo o modelo estatístico  $Y_{ijk} = \mu + G_i + B_j + D_{ij} + E_{ijk}$ , em que  $Y_{ijk}$  é o valor observado no  $k$ -ésimo indivíduo, avaliado no  $i$ -ésimo genótipo do  $j$ -ésimo bloco;  $\mu$  é a média geral do experimento;  $G_i$  é o efeito fixo do  $i$ -ésimo genótipo;  $B_j$  é o efeito do  $j$ -ésimo bloco;  $D_{ij}$  é o efeito da parcela  $ij$ ; e  $E_{ijk}$  é o efeito do indivíduo  $k$ , do  $i$ -ésimo genótipo no  $j$ -ésimo bloco. Em seguida, foram estimados os ganhos genéticos direto e indireto pela seleção entre e dentro estratificada. Conforme Cruz (2006) o processo de estratificação consiste em selecionar um conjunto de famílias e, em cada bloco, um número de indivíduos superiores. Os ganhos dentro foram estimados em relação à média das progênes selecionadas.

Os ganhos genéticos esperados pela seleção direta foram estimados adotando-se pressão de seleção de 25% entre famílias e de 40% entre plantas dentro das famílias selecionadas, por meio da expressão:  $GS = h^2 \times DS$ , em que  $h^2$  é o coeficiente de determinação genotípico e  $DS$  é o diferencial de seleção. Por sua vez, os ganhos de seleção indiretos foram estimados pelo coeficiente de regressão genético conforme a seguinte expressão:

$GS_{j(i)} = (COV_{g(X_i, X_j)} / \sigma_{gi}^2) \times GS_i$ , em que,  $GS_{j(i)}$  é o ganho de seleção indireto para a característica  $j$  quando a seleção é praticada na característica  $i$ ,  $COV_{g(X_i, X_j)} / \sigma_{gi}^2$  representa o coeficiente de regressão genético entre as características  $i$  e  $j$  e  $GS_i$  é o ganho genético direto na característica  $i$ . Todas as análises genético-estatísticas foram executadas com o auxílio do aplicativo computacional GENES (Cruz, 2001).

## Resultados e Discussão

Os resultados das análises de variância individuais e as estimativas de alguns parâmetros genéticos para a produção de café cereja por planta, avaliada nos anos de 1997 (P97), 1998 (P98), 1999 (P99), 2000 (P00), 2001 (P01) e para a média de produção das cinco colheitas (PrMe) evidenciaram diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) entre os tratamentos nos anos de 1997, 1999 e na produção média (Tabela 1). Esses resultados permitiram concluir que houve variabilidade genética para a característica produção de grãos no conjunto de progênes avaliadas, o que permitiu a prática da seleção, com possibilidades de ganhos. Nas colheitas de 1998, 2000 e 2001 detectou-se diferenças entre as progênes, apenas quando considerados valores de probabilidade de 9,6%, 6,4% e 21,1%, respectivamente. Essas observações podem ser justificadas, em parte, em razão de a produção ser um caráter altamente influenciado pelo ambiente, sendo que nesses anos em particular, diferenças significativas a níveis mais confiáveis de probabilidades não foram detectadas. Outra explicação poderia ser que as progênes mais produtivas, com produções elevadas em determinado ano (produção significativa), produziram pouco no ano seguinte (produção não significativa), em razão do esgotamento natural da planta, se assemelhando às progênes menos produtivas. Resultados semelhantes foram observados por Bonomo et al. (2004), na avaliação de quatro colheitas de 28 famílias  $F_3$  obtidas de cruzamentos entre o Híbrido de Timor e 'Catuaí Vermelho e Amarelo'.

Tabela 1- Resumo das análises de variâncias individuais e estimativas de alguns parâmetros genéticos da característica produção de grãos cereja, em g/planta, nos anos 1997 (P97), 1998 (P98), 1999 (P99), 2000 (P00), 2001 (P01) e na média da produção das cinco colheitas (PrMe), de 16 progênies de café arábica avaliadas em Campinas-SP.

F.V.	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS					
		P97	P98	P99	P00	P01	PrMe
Blocos	2	4884159,7	483699,8	16060503,4	62719,7	2744662,0	3357097,2
Progênies	15	6044586,6**	5086074,0 <sup>ns</sup>	30794137,4**	18048226,3 <sup>ns</sup>	37935965,3 <sup>ns</sup>	10411275,1**
Entre Parc.	30	2334725,6	2926954,5	7589577,7	9459040,2	27156388,8	4158211,9
Dentro Parc.	192	1722077,5	1408855,9	6126761,1	5511588,8	14335021,2	2817448,1
Média (g/pl.)		2167,9	2095,8	5967,9	5072,0	7349,6	4592,1
CV <sub>e</sub> (%)		16,2	26,3	9,1	17,5	21,8	11,28
PARÂMETROS GENÉTICOS							
Parâmetros	P97	P98	P99	P00	P01	PrMe	
$\sigma_{ge}^2$	247324,1	143941,3	1546970,7	572612,4	718638,4	416870,9	
$\sigma_{gd}^2$	41220,7	23990,2	257828,4	95435,4	119773,1	69478,5	
$\sigma_{Fd}^2$	1722077,5	1408855,9	6126761,1	5511588,8	14335021,2	2817448,1	
$\sigma_e^2$	122529,6	303619,7	292563,3	789490,3	2564273,5	268152,8	
$h_m^2$ (%)	61,4	42,5	75,4	47,6	28,4	60,1	
$h_d^2$ (%)	2,4	1,7	4,2	1,7	0,8	2,5	
CV <sub>ge</sub> (%)	22,9	18,1	20,8	14,9	11,5	14,1	
CV <sub>d</sub> (%)	9,4	7,4	8,5	6,1	4,7	5,7	
CV <sub>ge</sub> /CV <sub>e</sub>	1,4	0,7	2,3	0,9	0,5	1,3	
CV <sub>d</sub> /CV <sub>e</sub>	0,6	0,3	0,9	0,4	0,2	0,5	

\*\* Significativo a 1% pelo teste F; <sup>ns</sup> não significativo

CV<sub>e</sub> = Coeficiente de variação experimental

$\sigma_{ge}^2$  = variância genética entre médias de progênies;  $\sigma_{gd}^2$  = variância genética entre plantas dentro de progênies;  $\sigma_{Fd}^2$  = variância fenotípica entre plantas dentro de progênies;  $\sigma_e^2$  = variância residual entre parcelas;  $h_m^2$  = coeficiente de determinação genotípico máximo entre médias de progênies;  $h_d^2$  = coeficiente de determinação genotípico máximo entre plantas dentro de progênies; CV<sub>ge</sub> = coeficiente de variação genético entre progênies; e CV<sub>d</sub> = coeficiente de variação genético entre plantas dentro progênies.

Nas avaliações em que as produções foram significativas (P97, P99 e PrMe) os coeficientes de variação experimental foram consideravelmente baixos, retratando reduzida sensibilidade em relação às variações experimentais não-controláveis. Os elevados valores da relação CV<sub>ge</sub>/CV<sub>e</sub> (todos maiores que a unidade) e as relativamente altas estimativas do coeficiente de determinação genotípico máximo entre médias de progênies, para essas produções são indicativos de predominância dos componentes genéticos em relação aos ambientais, refletindo uma situação bastante favorável à seleção nesses anos. A proporção entre o coeficiente de variação genético (CV<sub>g</sub>) e o coeficiente de variação experimental, também conhecido como índice de variação, quando é próximo ou superior a 1,0 indica condições apropriadas para se proceder a seleção (Vencovsky, 1987). Os coeficientes de variação genético entre progênies (CV<sub>ge</sub>) foram de 22,9% (P97), 20,8% (P99) e 14,1% (PrMe), revelando que a seleção das melhores progênies, com base nessas avaliações, possibilitará expressivo aumento no valor genético da população, para a produção de grãos.

As estimativas de parâmetros genéticos de determinada população é de suma importância em programas de melhoramento. No entanto, para dada característica, a estimativa de um parâmetro pode ser variável, sendo função da variabilidade genética existente na população e das condições ambientais (Cruz et al., 2004). No caso da produção inicial de grãos de café, as diferentes estimativas encontradas para os cinco anos iniciais e para a média de produção são, provavelmente, função da expressão diferencial de genes ao longo do crescimento e desenvolvimento da planta, de diferenças no tamanho e desenvolvimento inicial das mudas logo após o plantio no campo e das condições de ambiente apresentadas nos anos de colheita. Atenção especial deve ser dispensada na interpretação das estimativas dos coeficientes de determinação genotípico entre médias de progênies, pois sendo este uma relação da variância genética entre as progênies e a variância fenotípica, em experimentos desenvolvidos em apenas um local, a variância genética possível de ser estimada fica inflacionada pelo componente de variância dado pela interação genótipo x local.

Na estimativa de ganhos pela seleção entre progênies e entre plantas dentro das progênies (informações dentro das parcelas), foram avaliadas apenas as produções relativas aos anos de 1997, 1999 e a média das cinco colheitas. Esse procedimento foi adotado em razão de terem sido essas as avaliações em que foi detectada alta significância estatística entre os tratamentos (Tabela 1). Dessa forma, foi verificado que em todas as avaliações de produção, ou seja, P97, P99 e PrMe, os ganhos diretos pela seleção entre progênies superaram os ganhos indiretos (Tabela 2). A seleção praticada sobre a produção de 1999 (P99) apresentou a maior estimativa de ganho total e também ganhos expressivos sobre P97 e PrMe. Outra constatação foi que dentre as quatro progênies selecionadas, duas foram comuns nas três avaliações e três progênies selecionadas foram comuns quando a seleção foi praticada em P97 e P99 (Tabela 2). Das progênies selecionadas nas três avaliações, as de número 8, 10, 11 e 12 se mostraram totalmente imunes à ferrugem, enquanto as progênies 1, 3 e 9 apresentaram algumas plantas com sintomas de ferrugem, de acordo com os critérios de avaliação empregados.

Tabela 2- Estimativas das médias originais ( $\bar{X}_o$ ), média das progênies selecionadas ( $\bar{X}_s$ ), coeficiente de determinação genotípico máximo entre médias de progênies ( $h_m^2$ ) e ganhos de seleção (GS%) entre progênies obtidos com a seleção direta e indireta, com base na produção de café cereja avaliada em 1997 (P97), 1999 (P99) e na média de cinco colheitas (PrMe)

Caract.	$\bar{X}_o$	$\bar{X}_s$	$h_m^2$	GS% Entre Progênies				Progênies selecionadas
				P97	P99	PrMe	Total	
P97	2167,9	2971,9	61,4	22,8	15,0	6,3	44,1	1, 10, 11 e 12
P99	5967,9	7564,8	75,4	16,1	20,2	13,0	49,3	3, 10, 11 e 12
PrMe	4592,1	5642,5	60,1	10,1	19,5	13,7	43,3	8, 9, 10, e 11

Os ganhos diretos e indiretos pela seleção de plantas dentro de progênies foram estimados em relação à média das progênies selecionadas (Tabela 3). Em semelhança à seleção entre progênies, a seleção dentro de progênies, praticada sobre a produção avaliada em 1999 (P99) apresentou a maior estimativa de ganho total. A seleção com base em P99 também apresentou ganho indireto para P97 idêntico ao direto para essa época de avaliação e ganho indireto para PrMe superior ao ganho direto, quando a seleção foi realizada sobre esta característica. Falconer (1989) salienta que a seleção indireta pode promover maiores ganhos que a direta, se o caráter auxiliar apresentar maior herdabilidade que o principal, e se a correlação genética entre ambos for positiva e de alta magnitude. Nesse caso particular, o coeficiente de determinação genotípico entre plantas dentro de progênies ( $h_d^2$ ) para P99 foi superior àqueles estimados para as características P97 e PrMe. Além disso, as correlações genotípicas entre plantas dentro de progênies para as características P97 e P99 (0,73) e P99 e PrMe (0,96) foram positivas e de valores elevados, corroborando os comentários de Falconer (1989). Portanto, com base nesses resultados, verificou-se que a seleção entre e dentro de progênies para a característica produção de grãos poderia ser realizada, com segurança, na terceira colheita, não havendo necessidade de avaliação de cinco safras.

Tabela 3- Estimativas das médias originais ( $\bar{X}_o$ ), coeficiente de determinação genotípico máximo entre plantas dentro de progênies ( $h_d^2$ ) e ganhos de seleção (GS%) entre plantas dentro das progênies selecionadas obtidos com a seleção direta e indireta, com base na produção de café cereja avaliada em 1997 (P97), 1999 (P99) e na média de cinco colheitas (PrMe)

Caract.	$\bar{X}_o$	$h_d^2$	GS% Dentro de Progênies				PS*	MPS*	MS/P*	Plantas Selecionadas Dentro Progênie					
			P97	P99	PrMe	Total				Bloco (plantas selecionadas)					
P97	2167,9	2,4	0,96	0,74	0,33	2,03	12	3391,1	4097,2	1 (2 e 1)	2 (3 e 4)	3 (5 e 2)			
										10	2955,9	4466,7	1 (4 e 3)	2 (1 e 5)	3 (2 e 4)
										11	2903,3	4158,3	1 (1 e 5)	2 (1 e 4)	3 (4 e 3)
										1	2637,5	3933,3	1 (3 e 4)	2 (2 e 5)	3 (5 e 4)
P99	5967,9	4,2	0,96	1,18	0,83	2,97	11	9596,7	12100,0	1 (2 e 5)	2 (2 e 4)	3 (4 e 3)			
										10	7585,9	9700,0	1 (4 e 3)	2 (1 e 4)	3 (2 e 5)
										3	6550,0	9050,0	1 (3 e 1)	2 (2 e 4)	3 (4 e 5)
										12	6526,7	7916,7	1 (4 e 1)	2 (5 e 3)	3 (3 e 1)
PrMe	4592,1	2,5	0,43	0,81	0,58	1,82	11	6815,4	7903,3	1 (4 e 5)	2 (2 e 4)	3 (4 e 1)			
										10	5682,7	7356,2	1 (3 e 4)	2 (3 e 1)	3 (2 e 4)
										8	5113,3	6332,2	1 (1 e 3)	2 (2 e 4)	3 (4 e 2)
										9	4958,7	6301,7	1 (2 e 4)	2 (4 e 3)	3 (1 e 4)

\*PS = número da progênie selecionada; MPS = média da progênie selecionada; e MS/P = média das plantas selecionadas dentro da progênie.

## Conclusões

Os resultados permitiram concluir que existe variabilidade genética para a característica produção de grãos no conjunto de progênies avaliadas, permitindo a prática da seleção, com possibilidades de ganhos.

Nas condições experimentais em que foi executada a presente pesquisa, pode-se fazer seleção entre e dentro de progênies, com segurança, na terceira colheita, sem prejuízos nos ganhos genéticos.

A seleção indireta dentro de progênies segregantes de café arábica para produção, em determinadas situações, pode ser vantajosa em relação à seleção direta.

As progênies de número 10, 11 e 12 merecem destaques neste estudo, por terem se mostrado produtivas ao longo das avaliações e imunes à ferrugem, constituindo-se em materiais promissores para o desenvolvimento de futuras cultivares.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro a esta pesquisa.

## Referências Bibliográficas

- Bettencourt, A (1973) *Considerações gerais sobre o 'Híbrido de Timor'*. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 256p. (Circular nº 31).
- Bonomo, P.; Cruz, C.D.; Viana, J.M.S.; Pereira, A.A.; Oliveira, V.R.; Carneiro, P.C.S (2004) Avaliação de progênies obtidas de cruzamentos do Híbrido de Timor com as cultivares Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo. *Bragantia*, 63 (2): 207-219.
- Cruz, C.D. (2001) *Programa GENES: versão Windows. Aplicativo computacional em genética e estatística*. Viçosa: Editora UFV, 2001. 648p.
- Cruz, C.D. (2006) *Programa Genes: Biometria*. Viçosa: Editora UFV, 382p.
- Cruz, C.D.; Regazzi, A.J; Carneiro, P.C.S. (2004). *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: UFV, v1, 3.ed., 480p.
- Falconer, D.S. (1989) *Introduction to quantitative genetics*. London: Longman, 438p.
- Fazuoli, L.C. (1991) *Metodologia, critérios e resultados da seleção em progênies do café Icatu com resistência a Hemileia vastatrix*. Campinas (SP), 1991. 322p. Tese (Doutorado em Ciências) - UNICAMP.
- Várzea, V.M.P.; Rodrigues Junior, C.J.; Silva, M.C.; Gouveia, M.; Marques, D.V.; Guerra-Guimarães, L.; Ribeiro, A. (2002) Resistência do cafeeiro a *Hemileia vastatrix*. In: Zambolim, L (ed.) *O estado da arte de tecnologias na produção de café*. Viçosa: Departamento de Fitopatologia, Editora UFV, p.297-320.
- Venkovsky, R. (1987) Herança quantitativa. In: Paterniani, E.; Viegas, G.P. (eds.) *Melhoramento e produção de milho*. Campinas: Fundação Cargill, v.1, p.137-214.
- Zambolim, L.; Vale F.X.R.; Costa, H.; Pereira, A.A.; Chaves, G.M. (2002) Epidemiologia e controle integrado da ferrugem do cafeeiro. In: Zambolim, L (ed.) *O estado da arte de tecnologias na produção de café*. Viçosa: Departamento de Fitopatologia, Editora UFV, p.369-450.