

Seleção antecipada de progênies de café descendentes de “híbrido de timor” x “catuaí amarelo” e “catuaí vermelho”

Paulo Bonomo^{1*}, Cosme Damião Cruz², José Marcelo Soriano Viana², Antonio Alves Pereira³, Valter Rodrigues Oliveira⁴ e Pedro Crescêncio Souza Carneiro²

¹Departamento de Estudos Básicos e Instrumentais, UESB, 45700-000, Itapetinga, Bahia, Brasil. ²Departamento de Biologia, Universidade Federal de Viçosa, 36571-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. ³Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais-Epamig, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. ⁴Embrapa Hortaliças, Rod. BR 060, Km 09, C. P. 218, 70359-970, Brasília, Distrito Federal, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: pbonomo@uesb.br

RESUMO. Visando avaliar a eficiência da seleção antecipada para produção de grãos, foram estimadas correlações entre produções anuais e a acumulada e o coeficiente de repetibilidade que quantifica a consistência da posição relativa de genótipos durante sucessivas avaliações, obtida por meio de quatro métodos de estimação. Foram avaliadas 28 progênies de *Coffea arabica* na geração F₃, provenientes de cruzamentos entre descendentes do “Híbrido de Timor” e cultivares de “Catuaí Vermelho” e “Catuaí Amarelo”. O delineamento experimental utilizado foi blocos completos casualizados com 6 repetições e 4 plantas por parcela, obtendo-se dados nas 4 colheitas iniciais. O coeficiente de repetibilidade (r) do caráter produção de grãos foi, em média, superior e apresentou menor amplitude de variação entre as estimativas (r=0,39 a 0,48), quando foram consideradas a 2^a, 3^a e 4^a colheitas combinadas. Entre os métodos de estimação utilizados, a técnica dos componentes principais baseada na matriz de correlações fenotípicas foi a mais adequada e resultou em r=0,48 e coeficiente de determinação de 0,74. Portanto, é necessário cautela na realização de seleção antecipada. As correlações indicam que poderia selecionar já a partir da 2^a colheita, usando-se seleção mais branda.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, melhoramento, repetibilidade.

ABSTRACT. Early selection in the coffee progenies of “Híbrido de Timor” x “Catuaí Amarelo” and “Catuaí Vermelho”. This research observed four methods to evaluate the efficiency of the early selection for yield correlations among: annual production, accumulated production and repeatability coefficient, which quantifies the genotype relative position consistency during the successive evaluations. Twenty eight progenies of *Coffea arabica* in F₃ generation were used, originated from crossings among the “Híbrido de Timor” descendants and cultivars of “Catuaí Amarelo” and “Catuaí Vermelho”. The complete randomized block design was used with six replications and four plants per plot and data were obtained in four initial harvests. The repeatability (r) of bean yield was higher, on the average, and showed a narrow range among estimates (r=0.39 to 0.48), when considering the 2nd, 3rd and 4th combined harvests. Among the methods used to estimate the repeatability coefficient, the main component technique based on the phenotypic correlation matrix was the most adequate, and resulted r=0.48 as well as a determination coefficient of 0.74. Therefore, an early selection needs great care. The correlations indicate that one could start such selection from the second harvest on, using a softer selection.

Key words: *Coffea arabica*, improvement, repeatability coefficient.

Introdução

As plantas de *Coffea arabica* iniciam a fase reprodutiva por volta do segundo ou terceiro ano após o plantio. A produção tende a crescer, com menos oscilação bienal até o quinto ano, e após isto, entra num período de acentuada oscilação bienal de

produção (Fazuoli, 1977). Com ciclo de produção superior a 20 anos, atinge as produções máximas entre o décimo primeiro e décimo quarto ano após o início de produção; a partir daí, entra num período de declínio de produção (Carvalho *et al.*, 1973; Fazuoli, 1977; Medina *et al.*, 1984). O ciclo longo torna necessário um período experimental de vários

anos consecutivos de avaliação da produção, para se poder estimar o potencial produtivo total de genótipos de cafeeiros. Assim, o tempo gasto e as grandes áreas experimentais que demandam, tornam os programas de melhoramento de cafeeiro onerosos. Seria vantajoso aos programas de melhoramento do cafeeiro praticar seleção de genótipos superiores com base na produção dos primeiros anos.

No melhoramento de espécies perenes é importante, e espera-se, que ao se realizar avaliações de uma característica em um grupo de indivíduos em períodos sucessivos, a classificação de cada um em relação aos demais mantenha-se inalterada. A medida da consistência da posição relativa dos indivíduos com as sucessivas medições tem sido tradicionalmente denominada repetibilidade (Turner e Young, 1969; Lerner, 1977).

A repetibilidade expressa a proporção da variância total que é explicada pelas variações proporcionadas pelo genótipo e pelas alterações permanentes causadas pelo ambiente. Assim, a repetibilidade representa o máximo valor que a herdabilidade no sentido amplo pode atingir. Quando a variância proporcionada pelos efeitos permanentes do ambiente é minimizada, a repetibilidade aproxima-se da estimativa da herdabilidade (Cruz e Regazzi, 1994). Como pode ser observado, a repetibilidade é uma função das propriedades genéticas da população, do caráter em estudo e das condições do ambiente nas quais os indivíduos foram mantidos.

Uma aplicação prática do coeficiente de repetibilidade é a determinação do número mínimo de medidas múltiplas que devem ser realizadas em cada indivíduo, para que se possa realizar seleção com certo grau de eficiência, custo mínimo e mão-de-obra reduzida (Cruz e Regazzi, 1994).

Existem diversos métodos para a estimação do coeficiente de repetibilidade (Abeywardena, 1972; Mansour *et al.*, 1981; Cruz e Regazzi, 1994). Abeywardena (1972) demonstrou que a estimativa mais adequada do coeficiente de repetibilidade, quando os genótipos apresentam comportamento cíclico ao longo das avaliações em relação ao caráter estudado, é aquela obtida pelo método baseado nos componentes principais. Mansour *et al.* (1981), em estudo envolvendo simulação, avaliaram seis metodologias para obtenção da estimativa da repetibilidade. Concluíram que, se as pressuposições de independência e de igualdade da variância dos erros do modelo linear são verificadas, os estimadores são equivalentes, com exceção quando a repetibilidade é pequena. Quando as variâncias não

são homogêneas, o uso dos métodos baseados na matriz de correlações amostrais são mais indicados, apesar da robustez dos outros métodos.

Nos ensaios de avaliação de progênes, têm-se, para cada progênie, r repetições de unidades experimentais compostas de k plantas. O coeficiente de repetibilidade, considerando essa situação foi estimado em diversos trabalhos como sendo a correlação entre as médias das progênes nas sucessivas avaliações (Cornacchia *et al.*, 1995; Dias e Kageyama, 1998; Fonseca, 1999; Carvalho *et al.*, 2002).

Estudos de repetibilidade em café são escassos. Fonseca (1999), estudando a espécie *Coffea canephora*, encontrou coeficiente de repetibilidade para produção de grãos em quatro anos de avaliação, variando de 0,32 a 0,52, dependendo do método de estimação utilizado. Em outros trabalhos foram estimados os coeficientes de correlação entre a produção acumulada do genótipo e a produção do genótipo em cada particular ano. Estes coeficientes foram, então, utilizados para determinar o menor número de avaliações necessário para se proceder à seleção com precisão aceitável (Sera, 1987; Carvalho, 1989; Fazuoli *et al.*, 2000). Sera (1987) julgou ser mais conveniente, de modo geral, realizar seleção após três biênios de colheita. Porém, para progênes com alta variabilidade, é possível selecionar após dois biênios, com alta eficiência. Carvalho (1989) observou que quatro colheitas ou dois biênios seriam suficientes para se ter informações sobre os melhores materiais. Sera (1987) observou que três ou quatro colheitas apresentam correlação alta com a produção total de oito anos, o que permite realizar seleção antecipada.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a possibilidade de seleção com base nas colheitas iniciais de progênes F_3 de *Coffea arabica*, derivadas de cruzamentos entre as cultivares de “Catuaí Vermelho” e “Catuaí Amarelo” e seleções do “Híbrido de Timor”, para tanto foram estimados os coeficientes de repetibilidade para produção de grãos utilizando estimadores baseados na análise de variância, nos componentes principais e na análise estrutural. Também foram obtidas as correlações entre produções anuais com a produção acumulada.

Material e métodos

Foram estudadas 28 progênes na geração F_3 , descendentes de cruzamentos entre seleções de “Híbrido de Timor” com cultivares de “Catuaí Vermelho” ou “Catuaí Amarelo” (Tabela 1), pertencentes ao programa de melhoramento

genético da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig) em conjunto com a Universidade Federal de Viçosa (UFV). O experimento foi instalado em fevereiro de 1995 na Fazenda Experimental de Patrocínio, estado de Minas Gerais, pertencente à Epamig. Também fizeram parte do ensaio duas testemunhas da cultivar Catuaí Vermelho IAC-15.

Tabela 1. Relação de híbridos com respectivos cruzamentos e a quantidade de progênies F_3 utilizados no ensaio.

Híbrido	Cruzamentos ^v	Nº de progênies F_3
H 428	UFV 2145-113 EL7 (CVIAC 81) x UFV 428-08 (HT)	1
H 436	UFV 2147-295 EL7 (CV IAC 99) x UFV 442-42 (HT)	1
H 438	UFV 2154-74 EL7 (CAIAC 86) x UFV 451-41 (HT)	1
H 493	UFV 2144-71 EL7 (CVIAC 44) x UFV 446-08 (HT)	2
H 504	UFV 2145-79 EL7 (CVIAC 81) x UFV 438-01 (HT)	2
H 505	UFV 2145-79 EL7 (CVIAC 81) x UFV 438-52 (HT)	1
H 514	UFV 2154-344 EL7 (CAIAC 86) x UFV 440-10 (HT)	10
H 515	UFV 2154-344 EL7 (CAIAC 86) x UFV 378-33 (HT)	2
H 516	UFV 2154-345 EL7 (CAIAC 86) x UFV 446-08 (HT)	1
H 518	UFV 2194-341 EL7 (CVIAC 141) x UFV 442-34 (HT)	7

^v CV – “Catuaí Vermelho”; CA – “Catuaí Amarelo”; HT – “Híbrido de Timor”.

O experimento foi instalado em delineamento de blocos ao acaso, com 6 repetições e 4 plantas por parcela, totalizando 720 covas. O espaçamento entre plantas foi de 1,5m entre fileiras de 3,5m, correspondendo a 1.904 plantas/ha. Nas bordaduras foram plantados cafeeiros das mesmas progênies do experimento, distribuídos aleatoriamente nas laterais da área útil. Entre os tratamentos não foi deixado espaço e nem bordadura.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (Lvd), textura argilosa, originalmente sob vegetação de cerrado. A área, de relevo suave ondulado, está situada na altitude de 934m, latitude de 18°/57' S e longitude de 47°/00' W. Apresenta precipitação pluvial média anual de 1.372mm, concentrada nos meses de outubro a março, temperatura média anual de 21,8°C, e o clima é classificado como Cwa, segundo a classificação de Köppen.

O manejo da cultura foi feito conforme recomendações para o cultivo de café na região do cerrado mineiro, com uso de calagem, adubação com NPK e micronutrientes, mas sem controle de pragas e doenças.

Utilizaram-se dados de produção de grãos coletados no período de 1997 a 2000, consistindo as quatro colheitas iniciais das plantas. Os dados de produção analisados foram expressos em gramas de grãos beneficiados por planta, com 12% de umidade.

Para a estimação dos coeficientes de repetibilidade (r), foram utilizados quatro estimadores: a) Estimador de r baseado no método

da análise de variância. Segundo Carvalho e Cruz (2003) as estimativas de repetibilidade como correlação entre medidas sucessivas (médias de unidades experimentais tomadas nas sucessivas medições) assumem sempre o mesmo valor, independentemente do modelo estatístico empregado, bem como das restrições, das naturezas e das pressuposições utilizadas para os efeitos de cada modelo. Dessa forma, uma simplificação no processamento de dados pode ser obtida, adotando-se um modelo reduzido a partir do modelo fatorial, que utiliza as médias das unidades experimentais de cada genótipo em cada ano (Cruz e Regazzi, 1994). Assim, adotou-se o modelo estatístico $Y_{ij} = \mu + p_i + a_j + \varepsilon_{ij}$, que considera dois fatores de variação, em que: Y_{ij} : médias dos k blocos, referente a i-ésima progênie, no j-ésimo ano; μ : média geral; p_i : efeito da i-ésima progênie, confundido com as influências ambientais permanentes [$i=1, 2, \dots, g$; $p_i \sim \text{NID}(0, \sigma_p^2)$]; a_j : efeito fixo da colheita realizada no j-ésimo ano ($j=1, 2, \dots, n$), $\sum_{j=1}^n a_j = 0$; e ε_{ij} : erro experimental associado à observação Y_{ij} [$\varepsilon_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma_\varepsilon^2)$].

Com base nesse modelo reduzido, o coeficiente de repetibilidade (r) foi estimado por: $r = \frac{\text{Cov}(Y_{ij}, Y_{ij'})}{\sqrt{\hat{V}(Y_{ij})\hat{V}(Y_{ij'})}} = \frac{\hat{\sigma}_p^2}{\hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_\varepsilon^2} = \frac{QMP - QM \text{ Re}}{QMP + (n-1)QM \text{ Re}}$;

b) estimador de r com base nos componentes principais obtido da matriz de correlações (R) (Rutledge, 1974) e dado por $r = \frac{\hat{\lambda}_k - 1}{n - 1}$, onde $\hat{\lambda}_k$ é

o autovalor de R associado ao autovetor cujos elementos têm mesmo sinal e magnitude semelhante e n é o número de períodos avaliados; c) estimador de r com base nos componentes principais obtidos da variâncias e covariâncias amostrais (Morrinson, 1967) e dado por $r = \frac{\hat{\lambda}_k - \hat{\sigma}_Y^2}{\hat{\sigma}_Y^2 (n - 1)}$,

que $\hat{\sigma}_Y^2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \hat{\sigma}_j^2 = \hat{\sigma}_\varepsilon^2 + \hat{\sigma}_p^2$; d) estimador de r

com base na análise estrutural (Mansour *et al.*, 1981) e dado por $r = \frac{\alpha' \hat{R} \alpha - 1}{n - 1} = \frac{2}{n(n - 1)} \sum_{j=1}^n \sum_{j'=2}^n \hat{\rho}_{jj'}$,

com $j < j'$, em que \hat{R} é o estimador de R, $\alpha' = \left\{ \frac{1}{\sqrt{n}}, \dots, \frac{1}{\sqrt{n}} \right\}$ é o autovalor com elementos

paramétricos associados ao maior autovalor de R e $\hat{\rho}_{jj'}$ é o elemento da j -ésima linha e j' -ésima coluna da matriz \hat{R} . Verifica-se que este estimador de r é a média aritmética das correlações fenotípicas entre genótipos, considerando cada par de anos (colheitas).

A acurácia da predição do valor real do indivíduo por meio da média de medidas repetidas foi avaliada pela magnitude do coeficiente de determinação (R^2). O coeficiente de determinação associado a cada coeficiente de repetibilidade foi estimado segundo deduções apresentadas por Turner e Young (1969) e Cruz e Regazzi (1994), cujo estimador é:

$$R^2 = \frac{nr}{1 + r(n - 1)}$$

anterior, obtém-se a expressão $n_o = \frac{R^2(1 - r)}{(1 - R^2)r}$

que foi utilizada para prever o número de medições (n_o) necessário para se ter um determinado nível de precisão (ou determinação), cujo coeficiente de repetibilidade (r) é conhecido. Foram obtidos os coeficientes de repetibilidade, a acurácia e o número mínimo de colheitas considerando as quatro colheitas, as três colheitas iniciais e as três últimas colheitas.

As análises estatísticas utilizadas neste trabalho foram realizadas utilizando o programa GENES: Aplicativo computacional em genética e estatística (Cruz, 2001).

Resultados e discussão

A repetibilidade da produção de grãos beneficiados foi, em média, superior e apresentou menor amplitude de variação entre os valores das estimativas, quando avaliada considerando a 2ª, 3ª e 4ª colheitas (Tabela 2). Esse fato pode ser explicado, considerando que na primeira colheita nem todas as plantas de café haviam iniciado a produção de grãos, devido às variações no ambiente e genéticas. Entre as variações no ambiente têm-se as diferenças entre mudas, os replantios e a heterogeneidade da área experimental. Enquanto que as variações genéticas entre progênes são devidas às diferenças em relação ao início de produção, em que algumas foram tardias e outras precoces. Com base no exposto, serão discutidas e tomadas como adequadas, as estimativas de repetibilidade obtidas considerando a 2ª, 3ª e 4ª colheitas.

As estimativas de repetibilidade foram de média magnitude, oscilando entre 0,39 e 0,48, de acordo com as diferentes técnicas de estimação e considerando as três últimas colheitas. Esses resultados são concordantes com aqueles encontrados

por Fonseca (1999), que obteve coeficientes de repetibilidade para produção de grãos em *C. canephora*, em quatro anos de avaliação, variando de 0,32 a 0,52.

Conforme demonstrou Abeywardena (1972), a mais adequada estimativa do coeficiente de repetibilidade, quando os genótipos apresentam comportamento cíclico ao longo das avaliações, em relação ao caráter estudado, é aquela obtida pela técnica dos componentes principais. Mansour et al. (1981) concluíram que a técnica dos componentes principais, com base na matriz de correlações amostrais, é a mais robusta quando as variâncias não são homogêneas. Esse estudo trata da avaliação de progênes de café, que, mesmo estando nas primeiras colheitas, podem estar apresentando oscilação de produção. Assim, tomou-se como mais adequado o coeficiente de repetibilidade estimado utilizando a técnica dos componentes principais baseada na matriz de correlações, que foi de 0,48. Essa magnitude de repetibilidade confirma que o caráter produção de grãos de café é fortemente influenciado por fatores permanentes de ambiente associados a características genéticas da progênie, caracterizando a diferença de oscilação de produção entre progênes. Outro fator que contribuiu para a obtenção de valores médios para a estimativa da repetibilidade foram os altos coeficientes de variação ambiental (CVe), que indicam não haver uma expressão consistente dos efeitos genéticos e de ambiente permanente das progênes em um mesmo ano. Os CVe obtidos foram 44,63%, 42,14%, 24,52% e 77,42% para os anos 1997, 1998, 1999 e 2000, respectivamente. Altos coeficientes de variação ambiental, variando entre 20% e 40%, também foram verificados em outros estudos de avaliação de progênes de café em anos individuais (Carvalho, 1989; Fonseca, 1999).

Considerando a estimativa do coeficiente de repetibilidade de 0,48 obtida pela técnica dos componentes principais, a determinação foi de 0,74. Como o coeficiente de determinação expressa a acurácia da predição do valor real do indivíduo por meio da média de medidas repetidas, a confiabilidade na seleção das melhores progênes de *C. arabica*, baseada no valor fenotípico será razoável.

Se for considerado como critério satisfatório o nível de 0,85 ou 0,90 de confiabilidade e tomando como base a estimativa de repetibilidade de 0,48 obtida pela técnica dos componentes principais aplicada a matriz de correlação, seriam necessárias seis e dez colheitas, respectivamente, para a tomada de decisão sobre a superioridade relativa das progênes em termos de produção de grãos (Tabela 2). Como o aumento de medições implica maior custo operacional e maior tempo para a realização de um

ciclo de seleção, é aconselhável selecionar maior número de progênies considerando a 2^a, 3^a e 4^a colheitas e baseado numa repetibilidade de 0,48, com acurácia de 0,74. Por exemplo, para incluir a três melhores progênies entre aquelas selecionadas sem ter que colher mais duas safras, é indicada seleção de seis progênies. Esses resultados são concordantes com aqueles encontrados por Sera (1987) e Carvalho (1989).

Com finalidade de identificar o número mínimo de colheitas que possibilitaria o pesquisador realizar seleção com eficiência, tem sido estimada a correlação entre produtividade média do genótipo por colheita, ou combinação de colheitas, com a produção acumulada ao longo das colheitas. Essas estimativas indicariam se observações em plantas jovens refletiriam o seu comportamento em idades avançadas, viabilizando a prática de seleção antecipada. No entanto, as correlações entre associações de variáveis devem ser interpretadas com cautela, pois demonstra-se para o caso de duas variáveis, mesmo sendo nula a correlação entre elas e considerando mesma variância, a correlação entre uma delas e a soma das duas será de 0,707; da mesma forma, existirá correlações entre outras associações de variáveis independentes.

A correlação entre a produção da primeira colheita e a produção acumulada das quatro primeiras colheitas foi de -0,03, indicando não existir relação entre as progênies mais produtivas na primeira

colheita, com aquelas mais produtivas considerando o total de quatro colheitas (Tabela 3), novamente evidenciando que a primeira colheita não deve servir como indicador do valor genético das progênies.

A correlação entre as produções da 2^a, 3^a e 4^a colheitas e a produção acumulada das quatro colheitas, embora diferindo em magnitude, foram altas e positivas (Tabela 3), ou seja, já a partir da segunda colheita houve alta correlação com a produção acumulada. Entretanto, a correlação entre a produção da quarta colheita com a produção acumulada foi menor em relação às demais, excluindo-se a primeira colheita. As condições climáticas no ano 2000 foram desfavoráveis para a cultura, pois nesse ano a região passou por um longo período de seca e alta incidência de ferrugem causada por *Hemileia vastatrix*. A baixa produção no quarto ano resultou em correlação menor e, mesmo que tivesse alta correlação, para o propósito de seleção antecipada se perderia em termos de tempo.

A segunda colheita, de produção significativa e com alta correlação, pode substituir a produção total de quatro anos sem muita perda de eficiência. Para compensar a perda de eficiência pode se selecionar um maior número de progênies, por exemplo quatro progênies ao invés de três para ter a mesma eficiência da 2^a + 3^a + 4^a colheitas, ganhando-se dois anos por geração de seleção. Resultados semelhantes foram obtidos para seleção de progênies do café Icatu (Fazuoli *et al.*, 2000).

Tabela 2. Estimativas dos coeficientes de repetibilidade (r), obtidas por meio de quatro métodos de estimação, dos coeficientes de determinação (R²) e do número de medições (n_c) necessário para a obtenção de diferentes R², considerando as quatro colheitas, as três colheitas iniciais e a 2^a, 3^a e 4^a colheita.

Método de estimação	r	R ²	N ^o . de medições (n _c) para obter R ² de:				
			0,80	0,85	0,90	0,95	0,99
Quatro colheitas							
Análise de variação	0,23	0,55	13	19	29	62	323
Comp. Principais - correlação	0,36	0,70	7	10	16	33	173
Comp. Principais - covariância	0,48	0,79	4	6	10	21	107
Análise estrutural	0,14	0,40	24	34	55	115	600
Média	0,30						
Três colheitas iniciais							
Análise de variação	0,22	0,45	15	21	33	69	361
Comp. Principais - correlação	0,28	0,54	10	15	23	49	256
Comp. Principais - covariância	0,73	0,89	1,5	2	3	7	36
Análise estrutural	0,12	0,29	29	42	66	139	725
Média	0,34						
2 ^a , 3 ^a e 4 ^a colheita							
Análise de variação	0,39	0,66	6	9	14	30	154
Comp. Principais - correlação	0,48	0,74	4	6	10	21	106
Comp. Principais - covariância	0,43	0,69	5	8	12	25	132
Análise estrutural	0,47	0,73	5	7	10	21	112
Média	0,44						

Tabela 3. Coeficientes de correlação fenotípica (r_F) estimados entre a produção média do genótipo por colheita ou combinação de colheitas, com a produção acumulada nas quatro colheitas, obtidas de 30 genótipos de *Coffea arabica*.

Anos	1 ^o	2 ^o	3 ^o	4 ^o	1 ^o + 2 ^o	2 ^o + 3 ^o	3 ^o + 4 ^o	1 ^o + 2 ^o + 3 ^o	2 ^o + 3 ^o + 4 ^o
r _F	-0,03	0,84	0,85	0,75	0,85	0,94	0,98	0,93	1,00

Conclusão

A estimativa do coeficiente de repetibilidade na fase inicial de produção destes materiais genéticos foi de 0,48, e coeficiente de determinação de 0,74. Portanto, é necessário cautela para realizar seleção antecipada nesses materiais.

A metodologia dos componentes principais baseada na matriz de correlações é a mais adequada para estimar o coeficiente de repetibilidade para produção de grãos de café.

Quando existe problema de heterogeneidade do tamanho das mudas e taxa de pegamento no transplante para o campo, é melhor desprezar a primeira produção.

As estimativas de correlação indicam que poderia selecionar já a partir da 2ª colheita, a primeira grande colheita com precisão aceitável, compensando com a seleção de um maior número de progênies.

Referências

- ABEYWARDENA, V. An application of principal component analysis in genetics. *J. Genet.*, Bangalore, v.61, n.1, p.27-51, 1972.
- CARVALHO, C. G. P.; CRUZ, C. D. Repeatability of traits evaluated in experimental trials. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Londrina, v.3, n.3, p. 252-259, 2003.
- CARVALHO, C. G. P. et al. Yield repeatability and evaluation period in hybrid cocoa assessment. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Londrina, v.2, n.1, p. 81-88, 2002.
- CARVALHO, S. P. *Metodologias de avaliação do desempenho de progênies do cafeeiro (Coffea arabica L.)*. 1989. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1989.
- CARVALHO, A. et al. Melhoramento do cafeeiro: XXXIII. Produtividade e outras características de vários cultivares em Monte Alegre do Sul. *Bragantia*, Campinas, v.32, n.13, p. 245-260, 1973.
- CORNACCHIA, G. et al. Estimativas do coeficiente de repetibilidade para características fenotípicas de procedências de *Pinus tecunumanii* (Schw.) Eguluz e Perry e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barret e Golfari. *Revista*
- Árvore*, Viçosa, v.19, n.3, p. 333-345, 1995.
- CRUZ, C. D. Programa GENES: versão Windows - Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: Editora UFV, 2001.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: Imprensa Universitária/Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- DIAS, L. A. S.; KAGEYAMA, P. Y. Repeatability and minimum harvest period of cacao (*Theobroma cacao* L.) in Southern Bahia. *Euphytica*, Dordrecht, v.102, n.1, p. 29-35, 1998.
- FAZUOLI, L. C. *Avaliação de progênies de café "Mundo Novo" (Coffea arabica L.)*. 1977. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1977.
- FAZUOLI, L. C. et al. Seleção antecipada e sua eficiência no café Icatu. In: I SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2000, v.1, Poços de Caldas. Anais... p. 576-584.
- FONSECA, A. F. A. *Análises biométricas em café conillon (Coffea canephora Pierre)*. 1999. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.
- LERNER, I. M. *The genetics basis of selection*. New York: John Wiley & Sons, 1977.
- MANSOUR, H. et al. Estimators of repeatability. *Theor. Appl. Genet.*, New York, v.60, n.3, p.151-156, 1981.
- MEDINA, H. P. et al. Coffee breeding and related evolutionary aspects. In: JANICK, J. (ed.). *Plant breeding reviews*. Westport: AVI Publishing Co., 1984. p.157-194.
- MORRINSON, D. F. *Multivariate statistical methods*. New York: McGraw-Hill Book, 1967.
- RUTLEDGE, J. J. Scaling which remove bias of Abeywardena's estimator of repeatability. *J. Genet.*, Bangalore, v.61, p.247-254, 1974.
- SERA, T. *Possibilidade de emprego de seleção nas colheitas iniciais de café (Coffea arabica L. cv. Acaia)*. 1987. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1987.
- TURNER, H. N.; YOUNG, S. S. Y. *Quantitative genetics in sheep breeding*. New York: Cornell University, 1969.

Received on August 13, 2003.

Accepted on November 14, 2003.